BIBLIOTECA NAZ.
Vittorio Emanuele III
XXIII
B
65
NAPOLI

COMPENDIARIA PHYSICÆ INSTITUTIO

QUAM IN USUM

AUDITORUM

PHILOSOPHIÆ ELUCUBRATUS EST

PAULUS MAKO

In Coll. Reg. Theres. Prof. Math. & Phys. Experim.

PARS II.

Editio Prima Veneta juxta alteram Vindobonensem ab Auctore emendatam.



VENETIIS MDCCLXXXVI.

APUD LAURENTIUM BASILIUM.

Superiorum Permiſſu, ac Privilegio.

BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" NAPOLI

B. R. NEAPOLIS



PARTIS II
SECTIO I.
De Luce, Colore, & Igne.

CAPUT I.

De Propagatione, Subtilitate, a Raritate luminis.

§. I.

Lumen corpus eſt.

Lumen eſſe naturam quamdam materiatam non eſt hodie, qui in dubium revocet. Movetur enim a lucente corpore, organum viſionis tangit, moleſtia afficit, imo ſi paulo vehementior fuerit,

lædit etiam. Lucem pro arbitrio augemus, minuimus, separamus, includimus, menſuramus, objectis obſtaculis detorquemus &c. quæ omnia, niſi fallor, indubitata naturæ corporeæ argumenta sunt:

Tangere enim, & tangi, niſi corpus, nulla poteſt res.
Lucr.

At de corporis hujus indole non perinde exploratum eſt: hodiedum phyſicos hæc controverſia diſtrahit; quanquam cum Newtono jam plerique sentiunt. Nos priusquam de ea pronunciamus, præcipuas lucis proprietates inſtituto noſtro perluſtrabimus.

2. Quatuor autem sunt præcipuæ lucis proprietates. 1) *Propagatio* in lineis rectis per spatium homogeneum. 2) *Reflexio*, quum nempe in confinio mediorum diſſimilium aut tota, aut aliqua sui parte ad anterius medium regreditur. 3) *Refractio*, dum ex uno medio in aliud diſſimile oblique incidens de via recta deflectit. 4) Denique *Diffractio*, vel inflexio, cum in tranſitu prope corporum opacorum cuspides inflectitur, ac ab inſtituto tramite veluti detorquetur.

Scholion. E tribus primis proprietatibus jam dudum cognitis totidem nascuntur facultates diversam luminis indolem pertractantes, nimirum *optica*, quæ radios ejusdem directos, *catoptrica*, quæ reflexos, *dioptrica*, quæ refractos contemplatur, quas tamen omnes uno opticæ vocabulo

bulo complexus eſt Newtonus idcirco, quod ad unam viſionem omnes referantur. Nos de ſingulis, quantum inſtituti ratio poſtulabit, agemus.

Movetur in linea recta.

3. Lumen a corpore radiante progreditur absque notabili maſſæ lucentis detrimento, ut patet in sole, ceterisque ſtellis inerrantibus. In medio æquabili rectam inſiſtit semitam, neque impeditur vel a mutuo particularum suarum incursu; vel a corporum pellucentium utcunque densorum obſtaculo. Porro ultra objecta repagula non diffluit circumquaque in orbem, quemadmodum sonus, aut undæ in aqua excitatæ, sed umbram in parte aversa relinquit, nec in eam quaquaversus inflectitur. Quodſi nihilominus prope tenuiſſimas corporum acies transeat, inflectetur paululum, idque eo magis, quo propius ad easdem acies acceſſerit, ſicuti deinceps oſtendemus.

Pedetentim propagatur.

4. Progreditur vero non momento temporis, ut perperam contendit Carteſius, sed senſim, & quaſi pedetentim, quod hisce efficimus argumentis. 1.) Cum ex iis, quæ jam dicemus, lux conſtet minutis quibusdam corpusculis de maſſa lucente profluentibus, progredi sane de loco in locum debet, qui motus certo temporis intervallo eget. 2) Quoniam prope acies corporum inflectitur, neces-

se eſt in iis aciebus ineſſe vim quampiam attrahentem, vel repellentem ad certum intervallum pertinentem: vis autem quævis indiget mora temporis ad mutandam corporis, in quod agit, directionem, & velocitatem: cum enim velocitates continenti virium actione progenitæ ſint in ratione temporum, & virium compoſita (P. I. 75. cor. 1.) palam eſt, quanta demum cunque fuerit vis, ad generandam velocitatem quamcunque opus eſſe aliquo tempusculo, & nullam haberi celeritatem momento genitam. Quare niſi aliqua ſit in lumine præterfluente mora, inflexio ante cuspides effici nulla poterit. 3) Phases intimi satellitis Jovis oſtendunt dari certam accelerationum, ac retardationum viciſſitudinem, quæ cum telluris ab Jove diſtantia conſtanter connexa ſit. Si enim lumen ab eo satellite ad nos momento deveniret, ejusdem eclipses, ac emerſiones eodem plane tempore cerneremus, ſive tellus versetur in punctis orbitæ suæ Jovi proximis, ſive in oppoſitis; atqui ejusdem satellitis emerſiones citius videntur in illis quam in his, ita ut differentia temporis adsurgat circiter ad unum horæ quadrantem: ergo ut lumen a satellite veniens peragret diametrum orbitæ telluris, eget quadrante horæ, ac proinde a sole ad nos circiter intra 8′ propagatur. Atque hinc nova acceſſit æquatio tabulis aſtronomicis ad supputandos satellitum motus.

4) Sed & annua fixarum aberratio invi-

victum ſuppeditat argumentum. Cum enim ſatis conſtet, ſtellas inerrantes diverſis anni temporibus non eandem obtinere aſcenſionem rectam, & declinationem: conſtet item hoc diſcrimen neque parallaxi annuæ e motu telluris oriundæ, neque æquinoctiorum præceſſioni adſignari poſſe, ſed aliam insuper continere aberrationum periodum annis ſingulis redeuntem, Bradleyus rem omnem repetendam putavit e progreſſu temporis, quo lumen propagatur, & tellus interea in sua orta progreditur; quo conſtituto phænomena ejus aberrationis ſic conſequuntur, ut de mora luminis non liceat omnino dubitare: hinc nimirum ſuapte fluit, fixam in polo eclipticæ poſitam debere quotannis decurrere circulum circa æquatoris polum; fixas in ecliptica verſantes debere ferri in linea recta, ad quam accedunt arcus circuli maximi, idque in ſigna modo conſequentia, modo antecedentia; fixas demum extra polum, & planum eclipticæ ſitas debere moveri in ellipſi, cujus axis conjugatus eo major ſit, quo major eſt ſinus latitudinis; uti videri apud eos poteſt, qui theoriam hujus aberrationis fuſius perſequuntur. Verum & illud adſertionem mirifice confirmat, quod Pariſinis Academicis in dimetiendo meridiani gradu ad æquatorem occupatis eveniſſe narrat Condaminius. Cum enim Bradleyi theoriam nondum haberent ſatis exploratam, neque adhiberent luminis aberrationem ad corrigen-

da fixarum loca adparentia, poſt exquiſitam in obſervando diligentiam earundem ſtellarum poſitiones diverſis anni temporibus definitas conſtanter deprehenderunt ſic inter ſe diſſidere, ut locorum diſcrimen erroribus fortuitis attribui non poſſet, præſertim cum eadem diſſenſio haberetur etiam dum plures ſeorſim diverſis uterentur inſtrumentis. Poſteaquam vero correctiones e luminis aberratione depromptas adhibere cœperunt, omnis ea ſublata eſt diſcrepantia.

Scholion. At, ne quid diſſimilem, de argumento a Jovis satellite deſumto diu etiam a primi ſubſellii aſtronomis dubitatum fuit, Caſſino præſertim, ac Maraldo repugnantibus. Verum poſteaquam theoria lunæ accuratius expolita ad satellites quoque tranſferri cœpit, ſatis luculente patuit complures occurrere in ſatellitibus inæqualitates, quæ in computatione tabularum a Caſſino neglectæ ſunt; quarum quidem ratio ſi accurata habeatur, palam eſt ponendum eſſe lumen per intervallum ſolis a tellure ſeptem, vel octo minutis propagari, ſi phænomena cum tabulis & calculo conſentire debeant. Certe Poundius, qui tabulas primi ſatellitis Caſſinianis perfectiores edidit, teſtatur ſe annorum complurium obſervationibus eandem temporis varietatem in ſingulorum ſatellitum de umbra egreſſibus deprehendiſſe, id quod luminis aberratio omnino poſcit: idem & Halleyus de ſe adfirmat. Maraldum a

com-

communi hac ſententia duo retrahebant; imprimis enim ſic concludebat: Si Jupiter poſitus in perigæo ſimul verſetur in perihelio, utique telluri vicinior eſt, quam ſi verſetur quidem in perigæo, at ſimul in aphelio: ſi ergo lumen pedetentim advenit a ſatellite; in caſu priori citius, in poſteriore tardius adveniret, ac proinde tabulæ eclipſium, in quibus ratio perihelii & aphelii habita non eſt, a phænomenis ipſis diſſentirent, quæ tamen conſentiunt. Deinde ajebat in ceteris ſatellitibus, ſi perigæi, & aphelii ratio habeatur in ſupputandis tabulis, errorem non modo non tolli, ſed augeri etiam.

Difficultatibus hiſce tum alii, tum Boſcovichius præclare reſpondet in Diſſert. de Lum. aitque in earundem tabularum ſupputatione non perihelii modo, & aphelii rationem non eſſe habitam, ſed ne aliarum quidem inæqualitatum ad accurationem calculi neceſſariarum; ac proinde ſi tabulæ nihilominus conſentiant cum phænomenis, id inde evenire, quod errores contrarii, in extimo præſertim ſatellite, ſe ſe deſtruant, ac veluti compenſent. Sed ipſum audiamus. „ Vera „ utriuſque difficultatis ſolutio ea eſt: „ multas eſſe inæqualitates neceſſario „ conſiderandas ad accuratum calculum „ eclipſium, & tamen in tabularum com„ putatione penitus prætermiſſas. Hæ „ omnes aliquando ſe mutuo deſtruunt, „ plerumque autem aliquem errorem pa-

 „riunt,

„ riunt. In intimo satellite omnes sunt
„ multo minores, quam in reliquis, &
„ vix trium, vel quatuor minutorum er-
„ rorem inducunt, qui correcto etiam
„ effectu propagationis succeſſivæ luminis
„ se produnt; nam solent etiamnum ob-
„ servationes aliquando a tabulis per
„ tria, vel quatuor minuta discrepare.
„ Quare hi non ita turbant anticipatio-
„ nem Jove perigæo, & poſticipationem
„ Jove apogæo debitam propagationi suc-
„ ceſſivæ luminis, & ad 14 minuta ad-
„ surgentem, ut ſi ejus ratio in tabulis
„ non fuerit habita, non se prodat, &
„ non facile adpareat eandem pendere
„ ab acceſſu, vel receſſu Jovis reſpectu
„ terræ. Turbant tamen effectum excen-
„ tricitatis orbitæ Jovis, ex quo petita
„ eſt prima Maraldi difficultas: nam is
„ ad tria tantum minuta adsurgit; imo
„ ex eo contemto nonniſi sesqui minuti
„ error committi poteſt, ſi modo tabulæ
„ aptatæ ſint mediocri Jovis a sole di-
„ ſtantiæ. Si in aliquibus caſibus hunc
„ errorem error ex reliquis inæqalitati-
„ bus ortus compenset, quod fieri ali-
„ quando neceſſe eſt, cum in utramque
„ partem errores inter se nullo colligati
„ nexu libere excurrant, tum vero ta-
„ bulæ, licet omnia contemnant, cum
„ phænomenis congruent, quod ipsum
„ in Maraldianis observationibus conti-
„ git. At hæ inæqualitates neglectæ
„ in reliquis satellitibus multo majores
„ sunt, quod in ipſis Maraldianis exem-
„ plis

„ plis eſt evidens, ubi ſi non adhibea-
„ tur correctio debita ſucceſſivæ propa-
„ gationi luminis, errores ad minuta 32,
„ vel etiam 35 ſe extendunt, qui qui-
„ dem ſi corrigantur per ſucceſſivam lu-
„ minis propagationem, adhuc remanent
„ errores minutorum 18, vel etiam 21
„ reliquis illis inæqualitatibus tribuen-
„ di. Cum hi ſoli ſæpe ſuperent totum
„ effectum propagationis ſucceſſivæ, ean-
„ dem neceſſario ita perturbabunt, ut
„ ægre dignoſci poſſit: ſæpe enim con-
„ tinget, ut eandem deſtruant, adeoque
„ illud etiam fiet, ut ſæpe correctione
„ propagationis ſucceſſivæ adhibita in
„ hiſce ſatellitibus tabulæ magis diſſen-
„ tiant ab obſervationibus, quam eadem
„ neglecta; & ipsa licet adhibita perennis
„ quidam tabularum conſenſus cum ob-
„ ſervationibus haberi non poterit, ſal-
„ tem quantus habetur in ſatellite in-
„ timo".

Recenſet deinde ſingulatim inæquali-
tates omiſſas in tabulis, eaſque multo
majores in ceteris ſatellitibus, quam in
intimo, in quo minores eas eſſe vel in-
de patet, quod orbem ſuum multo cele-
rius abſolvat, quam reliqui, adeoque
ipſius illa velocitas virium perturbatri-
cum efficacitatem impediat; item quod
propter minorem diſtantiam majore vi
tendat in ſuum primarium, quæ utique
& actionem ſolis in ſatellitem ipsum in-
timum, & mutuas ſatellitum vires mul-
tum retundit. Nec obeſt, quod Manfre-

dius in ſtellis quibusdam non omnimodam deprehenderit cum hac theoria conſenſionem; nam eam & in plurimis deprehendit, & in suis observationibus rationem nullam habuit nutationis axis terreſtris, quam poſtea Bradleyus detexit, & mirifico theoriæ cum phænomenis consensu cum luminis aberratione conjunxit. At erit fortaſſe, qui contra omnem hanc sententiam illud opponat, nos ſtatim atque oculos aperimus, ſtellas remotiſſimas contueri; ſimul ac sol oritur, ipsum videre. At nihili hoc quidem eſt. Nam rem objectam ſtatim cernimus atque lumen oculos percellit; quo autem tempore lumen ex ea dimanare cœperit, id vero sentire haud poſſumus. Si quis in fluvium decidat, continuo madeſit; at aqua multo ante de fonte egreſſa. Quando reseramus oculos, radius in eosdem subit, qui in palpebras incidiſſet; & quamprimum solis lux tellurem ſtringens visum afficit, solem orientem conspicimus.

Coroll. 1. Cum in fixis angulus aberrationis BCD = ABC in Fig. 58 Part. 1 ſit Bradleyo teſte = 20″ circiter, angulus BAC pro recto haberi poteſt: erit ergo velocitas luminis seu BC ad velocitatem oculi vel telluris AC, ut ſinus totus seu radius ad ſinum anguli aberrationis ABC, hoc eſt, ſi radius ponatur = 10000, ut 10000 : 1 quam proxime. Quæratur jam tempus, intra quod tellus ea, quam nunc habet, velocitate procurreret orbitæ suæ p semidiametrum r dicendo, $p : r$ = tempus mi-

per p ad tempus per r; eſt autem $p : r = 710 : 113$, & tempus per p, $= 365$ d. 5 h. $49' = 525949'$; erit ergo $710 : 113 = 525949' : x$, hinc $x = 83707'$. Porro in motu æquabili ſi ſpatia æqualia ſint, velocitates ſe habent ut tempora reciproce, erit igitur velocitas luminis ad velocitatem terræ, ut tempus quo tellus orbitæ ſuæ ſemidiametrum percurreret, ad tempus quo lumen eandem percurreret, ſeu loco rationis velocitatum luminis & terræ ponendo $10000 : 1$, habebimus $10000 : 1 = 83707' : x$, unde $x = 8', 20''$ circiter, fere ut ex ipſis satellitum eclipſibus eruitur.

Coroll. 2. Lumen fixarum omnium, quæ quidem hactenus obſervatæ ſunt, eandem habet aberrationem: eadem ergo defertur velocitate.

Motu æquabili.

Coroll. 3. Cumque fixarum diſtantiæ admodum diverſæ ſint, omnino neceſſe eſt, ut lumen ab omnibus æquabili veniat celeritate. Imprimis enim credibile non eſt, velocitates primo in egreſſu diverſas ita deinceps mutari, ut acceſſu ad tellurem omnes ad æqualitatem perfecte reducantur. Deinde lumen ſolare e ſatellitum defectionibus, & lumen fixarum ex annuis aberrationibus deprehenditur idem ſpatium fere dimidio horæ quadrante emetiri. Denique eadem eſt refractio luminis fixarum, ſolis, planetarum, noſtrorum ignium; itaque etiam celeritas

omnium

omnium horum luminum eadem plane eſſe debet, cum omnes illi radii in iisdem adjunctis ab iisdem corporibus de recto itinere æque detorqueantur. Eſt tamen in diverſis colorum ſtaminibus quoddam velocitatis discrimen, ut deinceps videbimus.

Coroll. 4. Quin imo progreditur lumen per corpora homogenea motu æquabili ſine ullo offendiculo motum retardante. Nam quotiescunque ex eodem medio in corpus idem incidit, utcunque magnam ejus partem peragret, semper eandem ad sensum patitur refractionem; atqui minorem utique pati deberet, ſi ejus celeritas augeretur; majorem, ſi minueretur; cum universe eadem vis majori tempore majorem, minori minorem edat effectum. Quare velocitas luminis in eodem medio conſtans eſt.

Incredibili pernicitate.

Coroll. 5. Diurnus telluris motus, quanquam vehementiſſimus, ſi ad pernicitatem luminis comparetur, non cadit in sensum, nec parit proinde aberrationem notabilem in fixarum poſitionibus. Cum enim abſit tellus a sole semidiametris terreſtribus 22000, annuo motu conficit peripheriam vicibus 22000 majorem, quam diurno: eſt ergo celeritas motus annui ad celeritatem motus diurni ut 22000 ad 1 directe, & ut annus ad diem reciproce, seu ut $\frac{22000}{365} : \frac{1}{1} = 22000 : 365 = 60 : 1$ quam proxime (Ontol. 186.)

Qua-

Quare aberratio orta ex motu diurno eſt pars circiter $\frac{1}{60}$ aberrationis annuæ, adeoque tertiam minuti ſecundi partem non excedit. Multo autem minus eſt notabilis aberratio proveniens e motibus comparativis corporum in telluris ſuperficie motorum.

Coroll. 6. Minuto quovis ſecundo percurrit lumen plusquam 183333 milliaria. Cum enim intra 8' percurrat orbitæ terreſtris ſemidiametrum (cor. 1.), quæ continet 22000 ſemidiametros terreſtres, quarum quævis facit 4000 milliaria, intra 8' ſeu 480" percurrit 88000000 milliaria, & hinc intra 1" milliaria plusquam 183333.

Coroll. 8. Cum ſtellæ inerrantes notabili parallaxi careant, tempore longiſſimo indiget lumen, ut ab iis ad nos usque defluat. Fingamus parallaxim in proximis fixis deprehendi 1", erit earum diſtantia ad ſemidiametrum orbis annui ut radius ad ſinum anguli 1", ſeu quam proxime ut 200000 : 1 (P. 1. 139. cor. 3). Itaque ab iis non perveniet lumen ad tellurem, niſi poſt 1600000', hoc eſt poſt annos fere tres. Quid jam erit opinandum de ſtellis aliis prope infinite remotioribus, quarum conſpectus teleſcopiis viæ lacteæ ſimilitudinem exhibet?

Intenſitate ſenſim decreſcente.

5. Intenſitas luminis, in receſſu a puncto radiante per ſpatium homogeneum decreſcit ratione reciproca duplicata diſtan-

ſtantiarum. Cum enim lumen in orbem propagetur, concipiatur in Fig. 1. sphæra MN centro C deſcripta, in quo poſitum ſit punctum radians. Dividatur ea in orbes concentricos, ſeu in cruſtas cavas M*m*, B*b* æque craſſas, aut potius infinite tenues: lumen, quod eſt in orbe BD, deinceps occupabit præciſe orbem MN; cum enim ponatur BM = *bm*, quovis puncto B deveniente in M quodvis aliud *b* præciſe abibit in *m*: erit adeo denſitas luminis in orbe M*m* ad denſitatem in orbe B*b* in ratione reciproca eorumdem orbium, qui ob æquales craſſitudines M*m*, & B*b* ſunt ut ſuperficies ſphæricæ MN, & BD, ſeu ut quadrata diſtantiarum CM, & CB (579. Math.)

Scholion. Veritas præſentis theorematis etiam inſtitutis experimentis confirmari poteſt. Si enim radius locis per minutum valvæ foramen in conclave obſcurum immiſſus excipiatur in diſtantiis primum unius, tum duorum, trium &c. pedum; menſurenturque circulorum lucidorum diametri; erunt eæ ut ipſæ diſtantiæ, adeoque circuli ipſi ut quadrata diſtantiarum. Cum ergo per omnes hos circulos eadem diffundatur lucis quantitas, erit ejus intenſitas ut hi circuli, ſeu diſtantiarum quadrata reciproce. Item ſi uno ardente ellychnio ſcriptura quæpiam legi poſſit intervallo 10 pedum, quatuor id genus ellychniis erit opus, ut eadem in dupla diſtantia legi poſſit: unde intenſitas luminis in priore diſtantia eſt ad in-

intenſitatem in poſteriore, ut $20^2 : 10^2 = 400 : 100 = 4 : 1$.

Coroll. 1. Ex hoc theoremate concluditur lumen a puncto radiante emiſſum continere triplum ejus materiæ, quam contineret, ſi ubique eam haberet denſitatem, quam habet in extima ejus ſphæræ, per quam diffunditur, ſuperficie. In quovis enim orbe B*b* tantundem eſt materiæ, quantum in extremo M*m*, uti dictum eſt: ſi ergo omnis maſſa ab F usque ad M diffusa redigeretur ad denſitatem M*m*, occuparet spatium æquale totidem orbibus M*m*, quot sunt intervallo FM, ſive spatium $= Mm \times FM$; nunc vero eadem maſſa occupat sphæram, adeoque spatium $= \frac{Mm \times FM}{3}$ (583. Math.) ergo eadem maſſa luminis, quæ nunc in sphæram diffunditur, in dicta hypotheſi triplo majus spatium occuparet. Jam poſita eadem intenſitate, massæ sunt ut spatia: ergo in subtriplo spatio, seu in sphæra $\frac{Mm \times FM}{3}$ triplo minus maſſæ contineretur cum dicta illa intenſitate, quam in spatio triplo $Mm \times FM$, adeoque quam nunc in sphæra illa contineatur: quare dicta sphæra triplo plus maſſæ continet nunc, quam in hypotheſi poſita contineret.

Coroll. 2. Quare ſi sol, contemta ipſius semidiametro comparata ad tam ingentem

tem a terra diſtantiam, pro unico puncto radiante habeatur, facile definitur volumen luminis intra datum tempus de ſole effluentis, & ad eam tenuitatem redacti, quam hic apud nos habet. Sol enim intra 8' implet nova luce orbem ſphæricum, cujus radius eſt diſtantia ſolis a tellure. Triplicetur ergo ſphæræ hujus volumen, ut lumen redigatur ad noſtram hanc tenuitatem; tum inſtituatur hæc proportio; ut 8' ad tempus datum, ita volumen illud triplum ad volumen lucis quæſitum.

Ingens luminis tenuitas.

6. Quanquam autem volumen luminis e ſole profluentis immenſum ſit, maſſa tamen propter incredibilem particularum ſubtilitatem eſt perquam exigua. Certe ſubducto calculo oſtenditur in unica ſphæra aquea; cujus diameter ſit digitus; multo plus ineſſe materiæ, quam contineat lumen a ſole dimanans pluribus ſeculorum millibus quam ſit numerus minutarum arenarum, quæ univerſam terræ ſuperficiem operirent. In his autem principiis innititur calculus. Tenuitas luminis in noſtra hac a ſole diſtantia major eſt, quam tenuitas terreſtris atmoſphæræ in altitudine 840 milliarium, ubi ſæpe auroræ boreales viſuntur ac proinde lumen reflectitur; hæc porro ipſa tenuitas ſuperat aeris hujus noſtri ſubtilitatem pluribus vicibus, quam exprimat 1 cum zeris duobus & ſeptuaginta, quemad-

admodum colligitur e progreſſione, in qua terreſtris atmosphæra adſurgendo rareſcit. Cum ergo hic aer fere millies rarior ſit, quam aqua, lumen raritate ſuperat aquam pluribus vicibus, quam 1 cum zeris quinque & ſeptuaginta exprimat: quare unus aquæ digitus plus continet materiæ, quam digiti luminis tam ingenti numero expreſſi, & ad hanc raritatem redacti. Tempus vero tot emittendis digitis neceſſarium majus eſt, quam ſecula 1 cum zeris octo & viginti; cum aſſumtis arenulis, quarum 100 collocari poſſunt in digiti longitudine, ſuperficies terræ contineat multo minorem earundem numerum, quam ſit 1 cum zeris duobus ſupra viginti.

Scholion. Sed nec alia argumenta deſunt, quæ immenſam lucis raritatem, ac tenuitatem luculente demonſtrent. Vel præcipuum tenuitatis indicium eſt, quod lux ne leviſſimorum quidem corporum centrum gravitatis ictu ſuo propellat: unde & illud efficitur, non ſentiri pondus, ut quidam contendunt, radiorum ſolarium in metallorum calce irretitorum; aliter enim propter incredibilem pernicitatem deberet centrum gravitatis metalli, dum in calcem redigitur ope ſpeculi cauſtici, abripi, & ultra lunam protrudi. Ponamus enim radiorum ſolarium acceſſione increviſſe pondus cujuſpiam corporis parte $\frac{1}{10000}$ prioris ſui ponderis; jam ejuſdem centrum gravitatis acquiret celerita-

tem ; quæ ſit celeritatis luminis pars fere $\frac{1}{10000}$, ac proinde tantam, qua intra 1″ percurrat plusquam 80641 ped. Quid porro, ſi maſſæ calcinatæ decima vel centeſima ponderis prioris parte increscant? Deinde lumen pervadit vitra, gemmas, adamantes: per minutum foramen radii e toto cœli hemisphærio venientes transeunt. Huc adde leviſſimam illam impulſionem, quam lux in oculo facit: cum enim velocitas globi tormento excuſſi, & intra 1″ pedes 600 percurrentis ſit ad pernicitatem luminis fere ut 1 : 1634683, ponatur globus eſſe unius libræ, seu 768 granorum; ut particula luminis eandem vim habeat, quam globus hujusmodi, oportebit maſſas eſſe in ratione reciproca celeritatum (60. cor. 2. P. 1): erit ergo velocitas luminis 1634683 ad velocitatem globi 1, ut massa globi 768 ad maſſam luminis x; & hinc $x = \frac{1}{213}$ unius grani: cum igitur vires luminis in immensum minores ſint viribus memorati globi, etiam particulas ejus in immensum minores eſſe oportebit, quam ſit $\frac{1}{213}$ pars grani.

Raritas porro vel inde intelligi poteſt, quod lux non progrediatur niſi divergendo a centro maſſæ lucentis, partes autem divergentes tanto magis disjungantur, quanto plus a centro illo recedunt. Fingamus duos lucis globulos in centro solis fuiſſe continentes, poſtquam vero inde ad ejus usque superficiem pervenerunt, hoc eſt leucas 150000 confe-

ce-

cerunt, a ſese disceſſiſſe quantitate unius ſuæ diametri: quum iidem ad tellurem delati fuerint, diſtabunt a ſe id genus diametris circiter 200, quum ad Saturnum attigerint 2000, quum inde ad nos reflectentur 4000000. Cur tamen lucente ſole omnia lumine plena eſſe videantur, ex iis, quæ infra dicentur, elucebit. Bouguerius repetitis obſervationibus comperit ſolare lumen fortius eſſe lumine plenæ lunæ vicibus circiter 300000: quod ſi ergo ſpeculorum ope lux lunæ augeretur vicibus 1000 (quod quidem nunquam obtinebitur) adhuc non eſſet, niſi $\frac{1}{300}$ pars lucis ſolaris, quæ animadverſio uſui erit in ſequentibus.

CAPUT II.

De Reflexione, & Refractione luminis.

Leges reflexionis, & refractionis in luce.

7. Quantum experimentis hactenus inſtitutis definire licuit omnium corporum tenues laminæ perviæ ſunt lumini: at craſſiora fruſta aliorum quidem opaca, aliorum pellucida. Cum ergo lucis radius e vacuo defertur ad confinium corporis pellucidi aliquam habentis craſſitudinem, pars ejus reflectitur, pars ingreſ-

sa refringitur accedendo ad perpendiculum in puncto incidentiæ ad superficiem ductum, niſi radius ipse fuerit perpendicularis; tunc enim via recta progreditur. Sin autem de corpore pellucente transeat in vacuum, rursus pars reflectitur, pars egreſſa refringitur recedendo ab eodem perpendiculo: quodſi tamen radii ad superficiem inclinatio satis magna fuerit, totus omnino reflectitur.

Coroll. 1. In quavis reflexione, tametſi superficies læviſſimæ ſint; minimum quarta luminis pars deperditur. Eſt autem semper angulus incidentiæ æqualis angulo reflexionis.

Coroll. 2. Radius tam incidens, quam reflexus, aut refractus manet conſtanter in eodem plano per ipsum, & perpendiculum transeunte.

Coroll. 3. Mutatio viæ radii tum reflexi, tum refracti fit in spatio perquam exiguo, quod proinde haberi poſſit pro puncto.

Coroll. 4. Refractio fit versus perpendiculum, ſi ceteris paribus tranſitus fiat de medio rariore in denſius; a perpendiculo contra, ſi tranſitus fiat e denſiore in rarius. Quum autem cetera dico paria, corpora sulphurosa, vel ut Newtonus vocat, unctuosa excipio, quæ lumen magis reflectunt, vel refringunt, quam pro sua denſitate. Hinc idem Newtonus suspicatur vim refringendi maxima ex parte deberi particulis sulphureis, quæ in quovis corpore inſint. Et sane lux vi-

vitris cauſticis collecta fortiſſime agit in materias sulphureas; quare & hæ in eam viciſſim agunt validiſſime: has enim actiones reciprocari vel ex eo conſtat, quod ut quodque corpus denſiſſimum eſt, radiosque fortiſſime refringit, & reflectit, ita viciſſim ab iisdem maxime calefiat.

Coroll. 5. Tametſi refractionis angulus pendeat tum a specie ipſius radii, tum a natura corporis refringentis, & inclinatione incidentis luminis; manente tamen eodem medio refringente, ejusdemque speciei radio, ſinus anguli incidentiæ conſtantem habet rationem ad ſinum anguli refracti. Unde ſi radius refractus ſit incidens, eadem via refringetur, qua ante inciderat; hoc eſt: ſi radius tranſeat ex uno medio in aliud parallelis superficiebus terminatum, ac deinde rurſus redeat ad medium, ex quo antea inciderat, angulus refractus, ubi ex illo emergit, idem erit cum angulo, sub quo in ipsum ante inciderat.

Coroll. 6. Si radius tranſeat per complura media superficiebus parallelis comprehensa, ratio ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis in primo, & ultimo medio componitur ex omnibus rationibus intermediis, ita ut ſinus anguli refracti in poſtremo idem ſit, qui eſſet, ſi e primo in illud actutum tranſiret.

Conſtat lux ſtaminibus diſſimilibus.

8. Si tenuis quidam lucis radius in conclave obscuratum immiſſus in Fig. 2 priſma-

mate P excipiatur , in ea poſitione , in qua ſi nulla , vel eadem omnium radii particularum eſſet refractio , in plano verticali I imaginem solis rotundam , ac lucidam exhiberet , obtinetur spectrum oblongum BC latere utroque rectis parallelis, in extremis autem binis semicirculis terminatum . Spectri latitudo æquat diametrum circuli in I efformandi ; altitudo vero , juxta cujus ductum refractio peragitur , superat latitudinem quinque fere vicibus : unde dilatatio ſtaminum lucis in unam duntaxat partem , nempe secundum spectri altitudinem fit . Radius hunc in modum diſtractus fasces quosdam coloratos exhibet, spectrumque ipsum verſicolor adparet eo colorum ordine, ut ſi refractio fasces attollat, infimus ſit rubeus , tum aurantius , flavus , viridis , ceruleus , indicus , ac denique supremus omnium violaceus .

Diversa refrangibilitate gaudentibus .

Coroll. 1. Quilibet ergo lucis radius etiam ex igne terreſtri proveniens , ut idem docet experimentum , conſtat filis quibusdam diversam habentibus refrangibilitatem , quam quidem in ipsa particularum lucentium natura inſitam eſſe facile ostenditur . Si enim radius prismate illo refractus iterum intervallo unius pedis excipiatur alio prismate AB in Fig. 3 cujus axis ſit verticalis , ſtamina denuo refracta formabunt spectrum & dimenſionibus , & colorum serie priori ſimillimum ,

mum, ſitu tamen inclinato, cum duo *illa* prismata ſeſe ad rectos angulos ſecent. Quare per primum prisma fasces idcirco ſeparabantur, quod diverſo gaudeant refrangibilitatis gradu; & colores eundem conſtanter ſitum comparativum retinent, utcunque deinceps refringantur; unde manifeſtum eſt eos eſſe immutabiles, & eadem conſtanter refrangibilitate gaudentes. Certe ſi ſpectri longitudo a ſimplici luminis diſtractione proveniret, deberet ſecunda refractio ſpectrum perinde diducere ſecundum latitudem, ac prima diduxit ſecundum longitudinem, atque adeo deberet extendere partem rubeam, flavam, viridem &c. in totidem, & æque longas fascias, ac in primo ſpectro MN, & hinc novum hoc ſpectrum compoſitum deberet habere formam quadrati M*m*N*n*, quod non ſit.

Coroll. 2. Palam ergo eſt ſtamina colorata ante refractionem fuiſſe omnia in ſolari illo radio permiſta; tum per diverſas refractiones alia ſupra alia ſublevata eſſe, quin ampliarentur circuli, quos ea ſeorſim efformaſſent. Quodſi in experimento Figuræ 2 capiantur vitra colore rubro, viridi, & ceruleo ſaturo planis parallelis terminata, objiciunturque aliud poſt aliud intervallo unius pedis poſt prisma fasciis jam ſeparatis, unumquodque ejus ſolum generis fila transmittet, cujus colorem refert inſpectum per radios transmiſſos, ac in plano oppoſito verticali quavis vice nonniſi unicus

circulus exhibebitur, isque æquabiliter coloratus, habens diametrum ut in I. Quare ſi tot adhiberentur vitra diverſa, quot ſunt filorum ſpecies, omnes circuli ſpectrum MN componentes ſenſim videri poſſent.

Coroll. 3. Hinc jam & modus intelligitur, quo ſpectrum illud oblongum efformatur. Nimirum tametſi genera ſtaminum ſeptem duntaxat colorum ſpeciebus vulgo definiantur, in quovis tamen genere innumera dantur refractionum discrimina, quæ inter maximam & minimam interjacent. Si ergo interclusis aliis ea tantum ſtamina concipiamus ad priſma deferri, quæ maximam habent refrangibilitatem, hæc in adverſo plano formabunt imaginem ſolis rotundam colore violaceo, dummodo priſma ſitu conveniente teneatur. At ſi poſt hæc admittantur, quæ refrangibilitatem habent proxime minorem, ea quoque circulum alium violaceum efficient, cujus centrum prioris centro erit viciniſſimum. Quod ſi porro ita progrediamur, poſt innumerabiles imagines violaceas devenietur demum ad circulos indicos, & poſt innumeros indicos ad ceruleos, & ſic deinceps uſque ad extremum rubeum. Hinc ſpectri latera rectis utrinque lineis definiuntur, circulorum terminis tam arcte ſeſe excipientibus, ut cum communibus tangentibus confundantur: in parte autem ima, & ſumma peripheria ſemicir-

cu-

culari terminatur, quia extremæ imagines terminos habent diſtinctos.

Difficultas quædam ſolvitur.

Scholion 1. Quæret fortaſſe hic aliquis, cur in ſpectro illo colorato non adpareant colores innumeri abſque ulla latitudine, limitumque diſtinctione: cum enim per totam ſpectri longitudinem quodvis ſtamen tenuiſſimum a ſibi proximo refrangibilitatis gradu diſcrepet, videtur tota illa effigies non aliud eſſe, quam textura quædam faſcium infinitorum diverſis coloribus gaudentium, quorum quivis infinite parvam habeat latitudinem. Ut ſcrupulus iſte penitus evellatur ex animo, quædam advertenda veniunt. 1) Senſiones noſtras certam habere proportionem cum pulſibus in organo excitatis; hos autem pulſus iterum reſpondere viribus particularum organa pervellentium: atque adeo etiam inter ipſas ſenſiones, & memoratas vires certam intercedere connexionem. 2) Plurimas noſtras ſenſiones eodem genere comprehenſas ſpecie mutari, ſi in particula organum impellente tantula mutatio contingat. Sic exigua variatio celeritatis in particulis corporis ſonum reddentis efficit in aure diverſos tonos: igitur etiam in radiis luminis modica texturæ, ac celeritatis immutatio poteſt inducere colorum diſſimilitudinem. 3) Diverſam objectæ rei, & quæ inde ſequitur impreſſionum intenſitatem ſenſionis

ſpeciem non immutare, quamdiu cetera manent eadem. Sic ſoni contentio non variat tonum, cum tonus idem poſſit eſſe fortior, & languidior; licet vel $\frac{1}{100}$ partis acceſſio in velocitate vibrationum notabilem efficiat in tono mutationem. Eodem ergo pacto etiam ſolaris radius centies validior, vel debilior non mutabit ſenſionem coloris, modo ejus refrangibilitas, atque adeo etiam celeritas eadem permaneat, tametſi diſcrimina refrangibilitatis intra 77 & 78 comprehenſa efficiant omnes colorum a rubeo usque ad violaceum varietates. 4) Quantacunque ſit fibrarum in organis ſubtilitas, neceſſe tamen eſſe, ut mutatio habitudinum in objecto ſit certæ, ac finitæ quantitatis ad hoc, ut nobis evadat comprehenſibilis; aliter ſenſionis ſpecies haud mutabitur. Ita ſi crebritas vibrationum in corpore ſonum edente mutetur e. g. $\frac{1}{800}$ ſui parte, aures etiam delicatiſſimæ vix ſentient fuiſſe in tono quidpiam demutatum. Item ergo oculus etiam acutiſſimus vix notabit diſcrimen in colore, ſi ſtamen eundem efficiens $\frac{1}{3000}$ ſuæ refrangibilitatis, vel celeritatis partem perderet, aut acquireret. 5) Duas demum impreſſiones tam parum diſcrepantes, ut diſcerni nequeant, ſi ſeorſim adveniant, ſæpe diſcerni, ſi ſimul eodem tempore habeantur. Ex his ſuperior illa dubitatio nullo negotio tollitur. Minima nimirum illa incrementa, vel decrementa non ſufficiunt ad variandam

dam in oculo ſenſionis ſpeciem; cum vero eadem ad certum limitem pervenerint, modica acceſſio, vel deceſſio efficere poteſt, ut vibrationes organi attingant eam cum tenſionibus ſuarum fibrarum proportionem, quæ capax ſit novam generandi ſenſionem: tam ergo parum debet mirum videri ſeptem duntaxat; octove eſſe colores notabiles, quam parum miramur ſeptem tantummodo eſſe octavæ tonos, ad quorum diſtinctionem procul dubio excitamur ab ipsa aurium conſtitutione, & vocis natura. Minor tamen mutatio ſufficit ad variandam coloris, quam toni ſenſionem, propter majorem ſcilicet organi viſus ſubtilitatem.

Scholion 2. Complura, eaque ſane pulcherrima habentur experimenta in Newtoni optica L. 1 P. 1 prop. 2 quibus diverſa radiorum refrangibilitas extra dubitationem omnem ponitur. Nos unum, alterumve adferre ſatis habebimus. Radius priſmate primo refractus excipiatur verticali plano in Fig. 4 habente foramellum circiter $\frac{1}{4}$ dig. Poſt hoc intervallo 10, aut 12 pedum erigatur planum aliud priori parallelum, ſimiliterque pertuſum, ac poſt hoc objiciatur angulus alterius priſmatis, qui faſces per foramella tranſmiſſos denuo refringat. Leni deinde priſmatis converſione ſtamina ſingula pedetentim trajiciantur per foramellum *x*, & dirigantur ad priſma *s t v*, ita ut eadem omnium ſit ad ipſum inclinatio. Conſtanter obſervabitur faſcis

rubeus in plano Yy hærere loco infimo Z, supra hunc aurantius, tum flavus, viridis, & reliqui. Unde luculenter adparet ſtamen semel magis, aut minus refractum deinceps etiam conſtanter magis, minusve refringi.

Sumatur item in Fig. 5 folium chartæ album, per rectam AB lateribus perpendicularem in duas æquas partes divisum. Dimidium ABCD tegatur panno admodum ceruleo; alterum dimidium ABGH carmaſino rubro. Folium hoc lumine solis colluſtratum ex intervallo 8 aut 10 pedum trans angulum prismatis inspiciatur ita, ut axis prismatis, longitudo folii, ac feneſtræ latitudo horizonti parallela ſint. Quodſi angulus prismatis refringens vertatur sursum versus E, imago folii adparebit elevata versus F ſic, ut pars cerulea *a b c d* & altior, & ultra partem rubeam humiliorem pertinens videatur. Hinc autem evidens eſt ſtamen ceruleum magis refringi, quam rubeum. Quod ſi pars ABCD senſim tegatur panno viridi, flavo, rubro, imago ejus *abcd* tanto magis accedet ad partis alterius poſitionem, quanto minus fuerit ſtaminum in refringendo diſcrimen. Idem eveniet ſi filum sericum nigrum decuſſando circumvolvatur per folii bicoloris superficiem, & candela ad latus adpoſita probe illuminetur, tum lens vitrea ſic objiciatur, ut exceptam folii imaginem depingat in plano oppoſito adeo diſtincte, ut etiam filum nigrum optime ter-

mi-

minatum compareat. Ut enim filum tale adpareat in parte cerulea, planum propius admovendum erit, quam ut ſimiliter terminatum conſpiciatur in parte rubra, luculento utique indicio, ſtamina cerulea citius convergere, atque adeo magis refringi, quam rubea. Denique ſi folium idem etiam trans alterum priſma O inſpiciatur, effigies ejus cadet versus M, ita ut pars rubea, quemadmodum antea, ſit inferior.

Item alia.

Scholion 3. Sunt qui adferant experimentum theoriæ huic minime conſentaneum. Si duo, inquiunt, fila tenuiſſima, coccineum scilicet, ac violaceum longitudine ſimul conjungantur, in eadem ab oculo diſtantia ambo diſtincte videntur: atqui e præsenti hac theoria in ea diſtantia, in qua ſtamina violacea in oculi choroide accuratiſſime concurrunt, ac proinde viſionem diſtinctam efficiunt, rubea nondum concurrunt; & ubi hæc conveniunt, ibi illa sese jam ante decuſſantia divergunt: itaque in nulla omnino diſtantia ambo ſimul fila diſtincte cerni deberent. At quoniam maxima, & minima ſtaminum refrangibilitas sub communi incidentiæ graduum 50 ſinu eſt ut 78 : 77, quando violacea in choroide jam uniuntur, tametſi coccinea nondum tunc perfecte colligantur, tamen tam inter sese propinqua choroidem feriunt, ut quantum ad ſenſionem attinet, pro uni-

tis haberi poſſint. Adde claritatis defectum mentis præjudicio compenſari, a quo plurimum pendere etiam viſionem magnitudinis, & diſtantiæ alibi oſtendemus.

Mira luminis & ſoni analogia.

9. Si tota ſpectri longitudo dividatur per rectas lateribus normales ita, ut eæ deſignent colorum ſingulorum terminos, & ſi præterea latus unum ſpectri producatur donec fiat duplo longius, ac ſic productum repræſentet chordam muſicam, colorum confinia exhibebunt puncta, in quibus ea chorda dividenda eſſet, ut reddat tonos muſicos in octava progrediente per tertiam minorem, & ſextam majorem, ſicuti Newtonus mira ſagacitate deprehendit.

Scholion. Verum admirabilis hæc luminis ac ſoni ſimilitudo paulo uberius exponenda eſt. Si radii omnes heterogenei permiſſe in priſma ſub eodem angulo incidant, differet utique ſinus anguli refracti in ſtamine rubeo a ſinu communis incidentiæ, quæ differentia ponatur $= 1 = \frac{27}{27}$. Jam illa differentia, quæ eſt inter ſinum anguli refracti in ſtamine violaceo, & ſinum communis incidentiæ eſt $= \frac{28}{27}$, ſeu duæ hæ differentiæ ſe habent ut 27: 28, & differentiæ ſinuum angulorum refractorum intercedentium inter rubeum & aureum, aureum & flavum &c. a communi ſinu incidentiæ erunt

erunt $27\frac{1}{8}$, $27\frac{1}{5}$, $27\frac{1}{3}$, $27\frac{1}{2}$, $27\frac{2}{3}$, $27\frac{7}{9}$. Si jam in Fig. 6 ex recta AB abſcindantur partes AI, AH, AG, AF, AE, AD, AC continentes ejusdem AB partes $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{3}$, $\frac{3}{5}$ $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$, exponent eædem chordas clavis & toni tertiæ minoris, quartæ, quintæ, sextæ majoris, septimæ, & octavæ supra iſtam clavim. Porro cum ex conſtr. ſit $AI = \frac{8}{9} AB$, erit $IB = \frac{1}{9} AB = \frac{2}{9} CB$, & hinc $CI = CB - IB = \frac{9}{9} - \frac{2}{9} = \frac{7}{9}$: ſimiliter ex conſtr. $AH = \frac{5}{6} AB$, ergo $HB = \frac{1}{6} AB = \frac{2}{6} CB$, & hinc $CH = CB - HB = \frac{6}{6} - \frac{2}{6} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ &c. Quare rectæ CI, CH, CG, CF, CE, CD æquantur iisdem fractionibus $\frac{7}{9}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$ &c. per quas supra differebant ſinus angulorum refractorum in ſtaminibus intermediis.

Diverſa ſtaminum reflexibilitas.

10. Stamina, quæ maxime refringuntur, facilius etiam reflectuntur. Cum enim in quolibet ſtamine ſinus anguli incidentiæ conſtantem habeat rationem ad ſinum anguli refracti in eodem medio, ſi ſtamen e medio refringente deveniat ad vacuum sub ea inclinatione, ut ſinus anguli refracti evadat æqualis radio, jam angulus refractus evadit rectus, & ſtamen in vacuum non tranſit, sed in omnibus majoribus inclinationibus reflecti incipit. Quodſi ergo superficies refringens perpetuo inclinetur ad radium incidentem ex omni ſtaminum genere compoſitum, primum reflecti incipiet ſtamen

 vio-

violaceum, reliquis etiamnum tranſeuntibus; tum aucta ſenſim inclinatione reliqua, alia poſt alia: cum enim poſito eodem angulo incidentiæ ſtamen violaceum maxime refringatur, in eo angulus refractus citiſſime evadit rectus.

Scholion. Idem evincunt experimenta. Inſiſtat in Fig. 7 prisma rectangulum IKL ſuo fulcro ita, ut radius ſolaris digito minimo nonnihil tenuior fere ad perpendiculum incurrat in latus IK, & refringatur in puncto M, deſignetque ſpectrum in plano verticali NN. Convertatur deinde prisma leniter circa ſuum axem ductu IKL, & in promtu ſit aliud prisma TVX, cujus duo majora latera contineant angulum circiter 55 gr. Dum converſione prismatis IKL radius in baſim IL incidit ſub angulo 50 gradus attingente, jam pars refractorum ſtaminum ab M verſus O reflecti incipit, quæ ſi rurſus alio prismate refringatur, ſpectrumque in plano PQ efformet, ſtamina violacea, & cerulea prima comparebunt in *q*; viridia ſubinde, & flava conſequentur in *r*; ac demum rubea in *s*. Simul autem eadem hæc ſtamina videbuntur deſiderari in ſpectro QS, ita ut quod primum evanuit in Q, primum quoque compareat in *q*, & ſic de ceteris. Quod ſi omne lumen ex æquo ſit reflexibile, cur non totum ſimul reflectitur? cur partes ſpectri QS ſenſim evaneſcunt, prout incidenti radio major tribuitur inclinatio? Nonne in aperto eſt ſtamina

mina violacea, & cerulea quemadmodum maxime refringuntur, ita facillime omnium reflecti? Idem explorare hoc etiam pacto licebit. Sit in Fig. 8 planum mobile AB, per cujus foramellum *o* diverſa ſenſim ſtamina trajiciantur admodum oblique in baſim prismatis M, quæ tamen omnia sub eodem angulo incidant. Notabuntur quædam ex puncto D jam reflecti versus C, dum alia adhuc tranſibunt versus E, idque ita, ut ante cetera reflectantur, quæ maxime refringi ſolent.

Conſtans, ac immutabilis color.

11. Quandocunque in tranſitu de uno medio in aliud ſtamina separantur, ſi ſingula seorſim deferantur ad oculum, semper excitant ideam certi coloris, qui eſt omnino immutabilis, ut manifeſte evincunt experimenta Newtoni, quæ habentur L. 1. opt. P. 1 prop. 2. Si novis rursus reflexionibus, vel refractionibus ſimul colligantur omnia, aut ſtaminibus aliorum radiorum permisceantur ea proportione, qua erant in radio solari ante separationem, exhibent colorem album. Sin autem aliqua tantum uniantur, & certi coloris ſtamina ceteris prævaleant, ille color sensui exhibetur.

Coroll. 1. Quacunque proportione componantur ſtamina, semper deprehendi poterit color ex ea compoſitione redundans ope figuræ cujusdam traditæ a Newtono L. 1. opt. P. 2. prop. 6. cujus con-

ſtructio a Benvenuto noſtro emendata huc redit. Dividatur peripheria circuli in ea ratione, quam habent spatia a ſingulis ſpectri coloribus occupata: nempe ſi tota ſpectri longitudo ſit 1, tribuatur colori rubeo $\frac{1}{8}$, aurantio $\frac{3}{40}$, flavo $\frac{2}{15}$, viridi & ceruleo $\frac{1}{6}$, indico $\frac{1}{9}$, violaceo $\frac{2}{9}$; vel ſi peripheria in gradus tribuatur, adſignentur rubeo gradus 45, aurantio 27, flavo 48, viridi, ſicut & ceruleo 60, indico 40, violaceo denique 80. Quodſi colorum efficacitas inſtar ponderis concipiatur, quisque color ſic erit conſiderandus, quaſi in arcus sui centro gravitatis collectus eſſet. Quare color e datorum quorumvis compoſitione exſiſtens obtinebitur, ſi arcuum iis respondentium centrum commune gravitatis inveniatur, ac per illud e circuli centro radius ducatur: nam arcus, cui radius hic occurret, definiet colorem, in quem data compoſitio eſt abitura; diſtantia vero inventi centri a centro circuli dabit ejusdem intenſitatem. Nimirum ſi radius, lege memorata ductus, per arcus cujuspiam centrum gravitatis transeat, erit color compoſitus ejusdem speciei, quem arcus ille refert: ſin autem radius intra duo arcuum centra gravitatis hinc, & illinc poſita cadat, ad ejus arcus colorem magis accedet, cujus centro radius eſt propinquior; tanto autem magis diſtabit a candore, quanto magis aberit centrum commune gravitatis arcuum a centro circuli.

Un-

Unde radii compoſiti candor?

Coroll. 2. Candor ille, quo radii solis tinguntur, imo universe color omnis albus aliud non eſt quam ſtaminum omnis generis permiſtio, id quod etiam sequentia manifeſte comprobant. 1) Si radius prismate refractus, ac in sua colorata fila diſtractus lente vitrea convexa excipiatur, ſtamina in ejusdem foco collecta circulum progignent candidiſſimum; illic autem permisceri duntaxat, non item immutari colores certum eſt; nam idem circulus lucidus prismate inspectus adparet verſicolor; ac ſi planum excipiens ultra lentis focum removeatur, colores illico inverso ordine comparebunt: quid, quod candor ille ea proportione hebetatur, qua unum, plurave ſtamina colorata a circulo illo arcentur? 2) Si duo æquiangula prismata ſic jungantur, ut amborum latera unicam efficiant rectam, radii circa punctum conjunctionis trajecti, ac intervallo 8, vel 12 digitorum excepti candent; at submoto alterutro prismate colores ordine consueto ſtatim comparent: nempe in priore casu duo spectra confusa candorem generant; in poſteriore spectrum alterum submovetur. 3) Si globi, aut plani cujuspiam superficies in septem divisa partes coloribus totidem depingatur, tum circa axem celerrime circumagatur, album colorem exhibebit intuentibus. Plura hujus generis suo quisque marte tentare poterit.

Co-

Coroll. 3. Si quæras, cur ſeptem hi colores in radiis ſolaribus permiſti oculo inermi non diſcernantur, primum ajo ſæpe diſcerni: ſi enim oculus diu in ſolem intentus repente claudatur, aut in locum obſcuratum inferatur, ſentiuntur impreſſiones coloris rubri, aurei, flavi, viridis &c. quæ aliam habere cauſſam utique nequeunt, quam radium ſolis, qui antea oculum pepulerat. Quando item radius per exile foramen admittitur, notantur minuta quædam diverſorum colorum fila. Ceterum quum radius a ſole proficiſcitur, colores omnes juſta quadam proportione permiſti utique novam quamdam impreſſionem in organo, ac ideam in mente excitare debent, fere ut accidit in ſtrepitu, in quo omnes, aut plerique toni permiſti, & confuſi ſunt.

Scholion 1. Veritas theorematis rurſus innumeris confirmari poteſt experimentis. Radio in cameram obſcuram admiſſo intervallo 10, aut 12 pedum opponatur lens vitrea, & poſt eam continenter priſma CD in Fig. 9 tum ſpectrum in foco lentis excipiatur: erit hoc oblongum, & anguſtum, habebitque colores multo diſtinctiores, quam haberet, ſi lens abeſſet. Nimirum ſi radius nec lente nec priſmate exciperetur, formaret in adverſo plano circulum *abcd*; at per lentem convergens redditur, cogiturque in exiguum circulum ad prioris centrum *d*. Quum vero priſma deinde

op-

opponitur, conus ille lucis dividitur in totidem minores conos, quot ſtaminum species ſunt, hoc eſt in innumerabiles, in quorum sectionibas, quas objectum planum efficit, quævis colorum species in exiguum circulum coarctatur. Et quoniam centra horum circulorum æque diſtant ab invicem, ac in spectro EF ſine lente genito, quivis color evadit non modo vivacior, sed etiam purior, cum parvi circuli *ef* non congruant, quemadmodum magni illi EF. Patet ergo colores ſtaminum in radio integro permiſceri solum, ac per prisma, & lentem tantummodo separari. Si ſtamen hunc in modum separatum deinceps utcunque refringatur, aut reflectatur, colorem priſtinum conſtanter tuebitur.

Difficultas quædam solvitur.

Neque nos movet Mariotti, & Rizetti autoritas, qui viſi ſibi sunt colorem ſtaminum secunda refractione immutaſſe. Niſi enim in his experimentis inſtituendis cautiones quædam adhibeantur, fieri poterit, ut lumen quoddam homogeneum secundo prismate exceptum det spectrum oblongum, & circa margines diverſis coloribus imbutum: e. g. ſi camera satis obscurata non ſit, lux compoſita tranſit cum ſtamine homogeneo, ac in prisma incidens in sua fila dividitur, ſicque spectro ceteroquin homogeneo colores adspergit. Si prisma bullas, sulcosve habeat, aut plana, probeque lævigata super-

perficie careat, refractiones gignit exleges, nec radium perfecte diſtrahit; & hinc ſtamen in ſecundum prisma incidens non eſt satis homogeneum, sed ultra resolvi poteſt. Ceterum Mariottum, & Rizettum immerito improbaſſe Newtoni sententiam ex eo conſtat, ut recte observat Orlandus, „ Quod Newtoniana „ experimenta non clanculum, nec se„ mel, aut iterum, sed innumeris fere „ vicibus, plurimis viris clariſſimis spe„ ctantibus, maximaque adhibita diligen„ ntia, in Londinenſi, ac Pariſienſi Aca„ demia, tum in Hollandia, Italia, „ Germania inſtituta, ac repetita fue„ rint, ac semper eum sortita effectum, „ quem clariſſimus Newtonus describit: „ ac proinde immerito tanquam falsa ea„ dem rejiciuntur a privato quodam, „ qui facile in suis parandis experimen„ tis aberrare potuit „. Sane ipse ego contrariæ opinioni haud parum addictus pleraque Newtoni experimenta in collegiis publicis exhibita non semel vidi, & exquiſitiſſimis subinde prismatibus inſtauravi, neque tamen minimam in colore ſtaminis homogenei mutationem unquam observare potui, præter majorem minoremve vigorem.

Scholion 2. Pulcherrimam omnis hujus doctrinæ confirmationem ſuggerunt colores accidentales, de quibus elegantem diſſertationem dedit anno superiore Scherfferus noſter. Res huc paucis redit. Si plano nigro imponantur quadratula, vel cu-

cujusvis formæ fruſta e panno ſerico colore tincto, tum fixo intuitu aliquamdiu conſiderentur, dum oculus fatigari incipiat, obtutu in chartam albam converso cernetur color alius admodum vividus; & quidem rubeus præbebit viridem, flavus ceruleum, candidus nigrum, & contra. Nimirum poſtquam oculus defixo, ac diuturno intuitu coloris e. g. viridis fatigatus eſt, & in chartam candidam subito convertitur, e qua radii omnium generum reflectuntur, pulſiones ſtaminum viridium haud sentiet, cum universe impreſſio vehementior hebetet aliam debiliorem ejusdem generis: dum ergo in chartam intuetur oculus, ſtaminum viridium impreſſione non movetur in ea choroidis parte, quæ ante vehementiore eorundem actione fatigata eſt; hinc in ea parte candor ille chartæ efficere debet impreſſionem ejusmodi, qualis e miſtione sex aliorum ſtaminum enasci solet, quem ad purpureum accedere conſtructio figuræ superioris a Newtono excogitata oſtendit. Idem de ceteris coloribus eſto judicium. Jam hæc explicari vix omnino poſſunt, niſi ſtatuatur candorem de charta venientem eſſe colorum omnium permiſtionem: ut adeo hoc phænomenon indubitatum theoriæ noſtræ præbeat argumentum.

Scholion 3. Dubitatum a quibusdam fuit, utrum colores aurantius, viridis, ac primus violaceus ſint omnino ſimplices, an ex aliis compoſiti: poſſunt enim

ra-

radiorum diverſa permiſtione generari colores illis ſimiles; ſic ſtaminis rubri, & flavi compoſitione emergit color aureus, qualis fere inter rubrum, & flavum prismate exhiberi ſolet. Sed multum a ſeſe duo hi coloresdiſſident; nam lumen unius homogeneum eſt quantum ad refrangibilitatem, alterius non item: unius forma prismate inſpecta manet ſui ſimilis, alterius mutatur, inque ſuos ſimplices reſolvitur. Colores illos ſuperiores, de quibus a nonnullis dubitatum eſſe dixi, reapſe ſimplices eſſe probat Nolletus tali experimento. Sit in Fig. 10 planum AB verticale, ac mobile, geminis foramellis C, & D pertuſum, quorum diametri habeant $\frac{1}{4}$ lin. Sit autem eorundem ab invicem diſtantia 7, vel 8 dig. Poſt hoc intervallo aliquot pedum collocetur planum EE. Tranſmittatur per D ſtamen rubeum purum, quod in F efformabit minutum circulum rubrum. Per aliud valvæ foramen immittatur alter quoque radius ſolaris, alioque prismate in partem contrariam refringatur; tum ex illo per C trajiciatur ſtamen flavum citreum, ita ut ejus circulus congruat cum priore rubeo in F. Convertendo leniter prismata circa ſuos axes ſimiliter componatur ſtamen flavum cum ceruleo, & ceruleum cum violaceo, habebuntur imagines in F compoſitæ colores homogeneos aureum, viridem, & indicum mentientes: at ſi trans prisma ſpectentur, tunc enimvero inter ſimpli-
ces

ces homogeneos, & illos compoſitos diſcrimen notabile deprehendetur: imagines enim ſimplices adparebunt in F rotundæ, & colore ubique æquabili; compoſitæ contra oblongæ erunt, ac unus color ultra confinium alterius procurret. Scilicet cum ſtamen ſimplex ultra diſtrahi nequeat, debet ejus imago rotunda, æquabilisque videri; fila enim refrangibilitate pari gaudentia comparativam inter ſe poſitionem mutare non debent: contraria de cauſſa imago compoſita producitur, & colores limites mutuos egrediuntur.

Reflexio non fit ex ipsa ſuperficie.

12. Reflexio luminis non fit ab ipsa ſolida corporum ſuperficie. Præter argumentum alibi a nobis propoſitum (Cosm. 279) evincit rem Newtonus hiſce experimentis. 1) Nam lux tanta copia reflectitur quum de vitro tranſit in aerem, ac dum ex aere incidit in vitrum, ac longe majore, quam ſi e vitro in aquam deferretur: imo ſubducto aere nonnihil fortior efficitur reflexio: atqui ſolida aquæ aut vitri ſuperficies plus utique lucis reflecteret quam ſuperficies aeris, fluidi rariſſimi. 2) Si e vitro deveniat in aerem obliquius, quam ſub angulo circiter 40 graduum, tota reflectitur; ſi minus oblique, magna pars transmittitur: quis autem credat radium ſub una obliquitate in plures, ſub alia in pauciores, imo in nullos meatus incurrere,

per

per quos transeat, maxime cum ex aere in vitrum delatus tot poros inveniat? 3) Radii per unum prisma transmiſſi, ac separati ſi deinde in aliud prisma eadem obliquitate offendant, e. g. cerulei omnes reflectuntur; rubri plerique transeunt: an ergo dicemus illos omnes in partes vitri solidas incidiſſe hos eodem itinere delatos plerosque in meatus vacuos? 4) Quum duo vitra sese contingunt, nulla fit in eorum confinio ad sensum reflexio, eccur ergo radii ex aere in primum vitrum cadentes in plurimas ejus partes solidas incurrunt, non item in secundi? Universe in terminis mediorum æque refringentium non eſt reflexio notabilis; maxima autem habetur, ubi media vi refringendi plurimum discrepant. 5) Cum superficies omnes utcunque politæ comparate ad lumen eminentias habeant notabiles, ſi lux ex earum punctis remitteretur, nullæ reflexiones certa peragerentur lege, sed radii quaquaversus dispergerentur.

Quid luminis diffractio?

13. Inflexiones, vel ut jam vocant diffractiones luminis prope tenues corporum opacorum acies imprimis adparent e fimbriis, quæ visuntur circa umbram corpusculorum poſitorum in radio solari per foramen exiguum admiſſo, vel in ſtaminibus prismate separatis. Lux enim prope tenues cuspides inflectitur, radiis ad ipsas aliis accedentibus, aliis receden-

dentibus. Subtiles ejusmodi acies agunt in radios aliquo intervallo, quod $\frac{1}{800}$ pollicis partem excedit: & quidem in ſtamina minus refrangibilia in majore agunt diſtantia, quam in ea, quæ magis refringi solent; ejusdem vero generis radii eo amplius inflectuntur, quo propius ad eas cuspides acceſſerunt.

Scholion 1. Licebit hanc ipsam rem experiri, ſi in Fig. 11 radius luminis *e f* in obscurum conclave immittatur, & parentur e chalybe acutæ duæ laminæ *a c*, & *b d*, quæ pro arbitratu a se disjungi, vel ad attactum usque admoveri poſſint. Radius inter eas trajectus excipiatur plano candido KL. Dum cuspides laminarum vix $\frac{1}{4}$ lin. a se diſtabunt, adeoque vix quartam incidentis radii partem tansmittent, comparebit in charta lumen utrinque ad *g*, & *h* pertinens, ac ad umbræ confinia iris sese offeret non raro triplex, ita, ut color violaceus semper ſit intimus, ruber extimus. Si radius unam tantum laminam *b d* attingat, lumen quoque solum intervallo *f g* diſtrahetur: unde consequens eſt hanc diſtractionem a reflexione haud proficisci; radius enim in aciem *b d* incidens reflecti deberet versus *b*, & lumen per spatium *f b* diffundi, quod ab experientia diſſentit. Hæc lucis inflexio, quam Grimaldus noſter primus detexiſſe traditur, major, aut minor eſt, uti jam diximus, ſi radius ad aciem plus, minusve adpropinquaverit; & quidem etiam inter-

tervallis paribus diverſa ſtamina in diverſis angulis inflectuntur.

Proprietas criſtalli Islandicæ.

Scholion 2. Proprietates luminis, quas hactenus perſequuti ſumus, eædem ſunt comparate ad quævis corpora: at non de nihilo ſuſpicamur eſſe præterea alias peculiares, minusque late pertinentes, uti ſunt illæ, quas in criſtallo Islandica deprehendimus. Eſt hæc lapis quidam pellucidus, fiſſilis, referens plerumque formam parallelepipedi obliqui, ſex faciebus parallelogrammis, & octo angulis terminati. Si ſtamen quodcunque in una facierum refringatur, ſemper dividitur in partes duas fere æque vividas, quarum una refringitur lege conſueta ſic, ut ſinus incidentiæ ſit ad ſinum anguli refracti ſicut 5 : 3 quamproxime; alterum vero ſic refringitur, ut a priore recedat continenter intervallo in data diſtantia a ſuperficie refringente dato, quod ad illam ipſam diſtantiam fere ſit ut tangens anguli 6 gr. 40' ad radium. *Porro* qui radius ſemel in ſuperficie prima habuit refractionem legitimam, vel inſolitam, non modo retinet eandem in ſecunda, ſed in omnibus aliis, ſi ſenſim adplicentur ſitu parallelo quotcunque ejusdem criſtalli fruſta; ſin autem fruſtorum plana jungantur ad angulos rectos; permutantur vices, & radius in primo conſueta ratione rafractus, in ſecundo inſolito more refringitur, & viciſſim.

Quodſi

Quodſi eadem plana oblique ſint conſtituta, radii in duos iterum veluti ramos tribuuntur cum eadem illa refractionum varietate.

CAPUT III.

De phænomenis pertinentibus ad vices facilioris reflexionis, & transmiſſionis.

Quid hæ vices?

14. Mirabilis eſt lex reflexionis, & transmiſſionis in tenuibus corporum laminis, ac in bullis aqueis. Quum radius luminis in novum quoddam medium subit, ſi poſt certum emenſum ſpatium nova ei occurrat refringens ſuperficies, reflectitur facilius, quam trajicitur. Si vero eadem illa ſuperficies objiciatur poſt decurſum novum priori æquale intervallum, transmittitur facilius, quam reflectatur, atque ita deinceps vicibus perpetuo alternantibus. Alternas has ad faciliorem reflexionem, vel trajectionem diſpoſitiones vocamus cum Newtono *vices facilioris reflexionis*, & *transmiſſionis*: illud autem ſpatium, quod radio percurrendum eſt, ut a diſpoſitione maxima ad reflexionem tranſeat ad maximam trajiciendi habilitatem, vel contra, ad-

adpellamus *intervallum vicium*. Mira iſthæc luminis proprietas tametſi a phyſicis vulgo aut prætermitti, aut paucis duntaxat perſtringi soleat, quia tamen ad lucis naturam penitius cognoscendam, & ad colorum naturalium originem conſtituendam vehementer facit, experimentis a Newtono primum inſtitutis paulo uberius confirmanda, & plenius pertractanda eſt.

Quomodo explorentur?

15. Capiantur itaque duo vitra rotunda, probe perpolita, planum unum, alterum utrinque convexum, centrisque congruentibus ſibi imponantur, ut intercipiant laminam quamdam aeream, cujus profunditas a centris vitrorum continenter crescat usque ad extremos margines. Radius solis in obscuram cameram admiſſus prismate refringatur, ac ſingulæ senſim ſtaminum species charta alba exceptæ in eadem vitra reflectantur, ita ut chartæ illuſtratæ imago in vitris tanquam in speculo reluceat. Comparebunt illico complures annuli lucidi, circa punctum attactus tanquam centrum commune diffuſi, ejus coloris, quem refert ſtamen in chartam projectum, aut verſicolores, ſi radius prismate diſtractus non fuerit; his interjecti visentur alii hoc ordine, ut spatium intimum, ubi se vitra tangunt, macula quædam nigra occupet, hanc annulus coloratus ambiat, huic annulus alter obscurus, obscuro alter

ter coloratus circumfundatur, & ſic deinceps. Quodſi charta trans vitra ipſa ſpiciatur, eadem alterna annulorum ſeries observabitur, ſed inverſo ordine: nimirum, quas prius colorati annuli obtinebant, nunc obſcuri occupabunt, & contra. Ex quo adparet in diverſis a puncto attactus diſtantiis, ſive in diverſis laminæ aereæ profunditatibus radios alternis transmitti, & reflecti.

Scholion. Has autem radiorum viciſſitudines minime pendere a reflexione, quæ fiat vel in priore lentis ſuperioris facie, vel in poſteriore inferioris, inde conſtat, quod ſi extremi vitrorum margines aqua madefiant, dum ea se in ſpatium vitris interjectum inſinuat, diametri annulorum contrahantur, quæ mutari utique nihil deberent, ſi annuli orirentur a reflexione facta in iis ſuperficiebus, cum eæ mutatæ non ſint. Adde, quod ſi aer lentes ambiens ſubducatur, color annulorum multo evadat vividior; ſi vero loco aeris aqua, ut dictum eſt, ſubſtituatur, longe reddatur languidior: unde colligitur diſcrimen mediorum, in quorum confinio reflexio peragitur, & a quo, paribus ceteris, copia luminis reflexi pendet, diminutum eſſe adjecta aqua; atqui ſi reflexio naſceretur in confinio aeris externi, & ſupremæ, vel infimæ vitrorum junctorum ſuperficiei, diſcrimen mediorum idem plane permaneret: ergo neceſſe eſt eam oriri in prima, vel ſecunda laminæ aereæ, aut a-

queæ ſuperficie. Non oriri autem in prima oſtendunt experimenta in laminis ſpecularis, ut vocant, lapidis inſtituta, quæ pariter pro diversa profunditate colorem mutant: in his enim specie coloris eadem permanente lucis reflexæ copia minuitur ea solum de cauſſa, quod poſterior ipsarum superficies aqua nonnihil madefiat. Adde, quod dum vitrum planum convexo imponitur, eadem ubique ſit vitri craſſitudo, eadem aeris vitrum excipientis superficies: ſi ergo hæ vices penderent a prima lamellæ aereæ superficie, idem lucis ſtamen vel ubique reflecti, vel ubique transmitti deberet, nihil quidquam conferente lamellæ aereæ profunditate. Relinquitur ergo annulos ab interpoſiti aeris lamina efformari, pro diversa profundidate radios ad poſteriorem superficiem delatos alibi transmittente, alibi reflectente. Cujus quidem rei & illud argumentum eſt, quod ſi vitra ad se invicem paululum adprimantur, ut intervalla nonnihil contrahantur, annuli auctis diametris illico se explicent, propterea utique, quod ea profunditas aeris, quæ puncto attactus ante vicinior fuerat, jam fiat remotior.

Earundem leges.

16. Staminibus hunc in modum e lente in aerem sub eodem angulo senſim delatis, annuli colorati, qua parte maxime fulgent, diametros habent, quarum quadrata ſint ut numeri impares 1,

3, 5, 7 &c. quadrata vero diametrorum aut radiorum in annulis obscuris inchoando a media illa macula nigra sequuntur rationem numerorum parium o, 2, 4, 6 &c. Quare & ipſæ aereæ laminæ profunditates, utpote quadratis earum diametrorum aut radiorum proportione reſpondentes, qua parte annulos exhibent lucidiſſimos ſunt ut 1, 3, 5, 7 &c. qua vero parte annulos repræſentant obſcuriſſimos ſunt ut o, 2, 4, 6, &c. Hinc ubi laminæ profunditas nulla eſt, radii omnes trajiciuntur; ubi certæ quantitatis eſt, reflectuntur e poſteriore laminæ confinio; ubi ea profunditas evadit duplo major, illic rursus trajiciuntur; ubi fit tripla, iterum reflectuntur, & ſic porro perpetua vicium alternarum variatione.

Scholion. Profunditates laminæ aereæ proportionales eſſe quadratis radiorum annulorum e geometria facile oſtenditur. Cum enim diameter convexitatis in lente ſit ſatis magna, & arcus in lentis ſuperficie exiguus, radii annulorum poſſunt haberi pro chordis arcuum inter punctum contactus, & annulos interceptorum, quorum ſinus verſi æquantur profunditatibus lamellæ aereæ in iis locis, ubi annuli ſunt; atqui quadrata earum chordarum ſunt in ratione compoſita ſinuum verſorum correspondentium, & diametri convexitatis lentis (432 Math.): ergo cum hæc diameter conſtans ſit, erunt ea quadrata ut ſinus verſi.

17. Quodſi reliquis manentibus oculi ad superficiem vitrorum inclinatio mutetur, annulorum etiam diametri variantur, augentur scilicet oculi obliquitate aucta, imminuta decrescunt. Sed tunc jam annuli hi gignuntur reflexione, & transmiſſione ſtaminum in lamellam aeris sub alia atque alia inclinatione incidentium, cum oculus non alios poſſit excipere radios, quam qui sub eadem obliquitate devenerint in primam anterioris vitri superficiem, sub qua ex eodem emergunt ad oculum, uti demonſtravit Benvenutus. E Newtoni autem experimentis perspicue sequitur intervalla vicium, seu laminæ aereæ profunditatem, a qua in dati ordinis annulo reflectuntur, vel transmittuntur ejusdem generis ſtamina sub diverſis angulis de vitro in aerem incidentia, eſſe quam proxime ut rectangulum e secante anguli refractionis, & secante alterius cujusdam anguli, cujus ſinus ſit primus e sex & centum mediis æquidifferentibus inter ſinus incidentiæ, & refractionis inchoando a ſinu refractionis, sub quo radius in vitro refractus intrat in laminam aeream.

18. Si paribus ceteris mutetur medium, adeoque ſi vitrorum margines, uti supra diximus, madefiant, diametri ejusdem ordinis annulorum ſic contrahuntur, ut ſi cum illis conferantur eæ, quas iidem annuli in lamina aerea obtinebant, radiis utrobique ad perpendicu-

lum

lum incidentibus deprehendantur eſſe ut 7 : 8, adeoque laminarum interpoſitarum profunditates, quæ sunt ut quadrata earum diametrorum, sequantur rationem 49 : 64, seu fere 3 : 4, quæ eſt ipſiſſima ratio ſinuum angulorum incidentiæ, & refractionis ex aqua in aerem: ut adeo universe concludi poſſe videatur, quoties ejusdem speciei ſtamina ex aliqua refringente superficie ad perpendiculum incidunt in diversa media, in quovis horum mediorum laminarum profunditates, ubi in quavis data vice annuli ſimiles exhibentur, eſſe ut ſinum incidentiæ ex priore medio in alterum ad ſinum refractionis.

19. Quo minori gaudet radius incidens refrangibilitate, eo major requiritur, ceteris paribus, laminæ profunditas, ut in certo vicium numero reflectatur. Quare ſi in vitra illa conjuncta incidat ſtamen violaceum, arctiores exhibebit annulos, quam ſtamen viride, aut flavum, quia scilicet violaceum inde incipiet reflecti, ubi lamina aerea tenuior eſt: & quoniam in quovis ſtaminum genere innumerabiles sunt species intermediæ diversa præditæ reflexibilitate, idem discrimen in ſingulis illis speciebus observatur. Si enim e. g. ea ponatur esse laminæ aereæ profunditas, in qua primo reflecti incipiant ſtamina rubea maxime refrangibilia aurantiis proxima, ea nondum sufficiet ad hoc, ut incipiant reflecti alia rubea minori refrangibilita-

tis gradu pollentia, ſed continenter major requiritur, dum ad limitem demum veniatur, ultra quem nullum rubeum amplius reflectatur, niſi in vice altera ad alium annulum efformandum. Quodſi limites hi, ſeu extremæ profunditates, aut quod idem eſt (16 ſch.) quadrata ſemidiametrorum annulorum ad ſe invicem contendantur, erunt in diverſis ſtaminibus e quavis refringente ſuperficie in unum idemque medium ſub eodem angulo devenientibus ut radices cubicæ quadratorum longitudinum earum chordarum, quæ reddant tonos in octava per tertiam minorem, & ſextam majorem progredientes.

20. Dum vitra ad ſeſe lente adprimuntur, emergunt colores alii poſt alios inſtar undarum centrum commune in puncto attactus habentium. Prima nempe illa obſcura macula in puncto attactus ſita, preſſione aucta, circa novum colorem in medio exorientem in annulum diffunditur. Preſſione continuata dilatatur tam hic annulus, quam color ei incluſus, qui & ipſe in annulum abit; novo rurſus in attactus puncto enaſcente, & ſic deinceps alii poſt alios prodeunt colorati annuli, quorum latitudo continenter decreſcit verſus centrum, ubi nigra macula pellucens hæret. Si deinde preſſio relaxetur, annuli ordine inverſo ad centrum refluent, ac illic evaneſcent. Ordo autem colorum, dum vitra ſolari radio illuſtrantur, hic eſt:

ma-

maculæ mediæ in prima ſerie proxime ſuccedit color ceruleus, tum flavus, ac rubeus: in ſecunda ſerie violaceus, ceruleus, viridis, flavus, rubeus &c. quem ipſum ordinem e vicium theoria ſponte conſequi præclare oſtendit Benvenutus in Diſſ. de Lum. 2. 80, & ſeqq.

Scholion 1. Colores horum annulorum inde progigni, quod pro varia laminæ aereæ profunditate alia ſtamina aliis copioſius trajiciantur, vel reflectantur, in aperto eſt. Neque enim cauſſa alia veriſimilis fingi poteſt, quare pro varia vitrorum compreſſione alii poſt alios e centro emergant, ac recedant, vel contra preſſione laxata ad centrum refluant, & evaneſcant, quam quod preſſione creſcente minuatur prope centrum illa aeris profunditas, qua efficiebatur, ut certi generis ſtamina copioſius reflecterentur, & ad alia remotiora loca transferatur; quodque diminuta compreſſione augeatur ubique aeris profunditas, ut jam tanta ſit in locis centro vicinioribus, & in centro ipſo, quanta ante erat in remotioribus, atque adeo ſtamina quæ in his reflectebantur, jam in illis incipiant reflecti.

Scholion 2. Acute hic id quoque advertit Benvenutus, duo illa conſerta vitra ſeſe non omnino tangere. Poſtquam enim alterum alteri impoſitum eſt, non exoritur continuo nigra illa in centro macula, ut ſane deberet, ſi ea ſe tangerent, ſed naſcitur color aliquis indicans aeris

laminam eſſe illic interpoſitam. Imo ne tunc quidem, cum vitra comprimuntur, emergit nigra macula, vel dilatatur, ſed prodeunt colores alii poſt alios, luculento ſane argumento ea compreſſione aliud non fieri, quam laminæ aereæ craſſitudinem attenuari. Deinde cum ad hoc, ut medii mutatio inhabilis reddatur ad efficiendam reflexionem, opus non ſit, ut interjecti medii profunditas nulla ſit, ſed ſufficiat, ſi ultra certos limites diminuatur, neque tunc erit neceſſe vitra ad attactum devenire, cum macula in centro comparet nigerrima.

21. Eadem plane phænomena exhibet *bulla*, quæ formatur in aqua ſoluto ſapone permiſta. „ Lamina tenuis, inquit „ Graveſandius, ex aqua efficitur, ſi „ hæc paululum ſapone incraſſata fue„ rit, & flatu per fiſtulam in bullam „ infletur. Lamella vitrea plano nigro „ adplicatur, & huic bulla imponitur „ ita, ut hemiſphærii figuram habeat. „ Tegitur bulla hæc campanula vitrea „ admodum translucida, ne aeris agita„ tione colores, qui in hac bulla obſer„ vantur, motu aquæ confundantur: „ Bulla talis, quia aqua continuo omnes „ partes verſus defluit, tenuiſſima eſt „ in ſuprema parte, & craſſities deſcen„ dendo continuo augetur, & totius „ craſſities ex eadem cauſſa de momen„ to in momentum minuitur. Antequam „ bulla diſrumpatur, in ſuprema ipſius „ parte ita tenuis ſit, ut omne lumen

trans-

„ transmittat, & nigra adpareat. Si in „ hoc casu bulla hæc reflexo lumine „ obſervetur, dum cœli ſubalbidioris „ reflexione illuſtratur, & lumen extra- „ neum intercipiatur corpore quocun- „ que nigro ultra bullam poſito, macu- „ la nigra memorata iisdem circulis co- „ loratis circumdatur, & eodem ordine „ diſpoſitis, qui circa maculam nigram „ in præcedenti experimento (vitrorum „ ſcilicet) obſervari potuere. Deſcen- „ ſu aquæ continuo dilatantur annuli, „ donec frangatur bulla. Cavendum et- „ iam ne obiecta extranea in ipſa bulla „ adpareant ut in ſpeculo, his enim an- „ nuli quaſi interrumpuntur „. Colores hi perinde naſcuntur alterna ſtaminum transmiſſione, & reflexione, ut de annulis ſuperioribus diximus.

22. Alternas has transmiſſionum, & reflexionum vices ad quasvis diſtantias propagari judicavit Newtonus. Neque adverſatur ejus opinioni illud, quod hæc phænomena non videamus, ubi medii profunditas paulo major eſſe incipit, ut jam oſtendimus. Sane in conjunctis illis vitris etiam inermi oculo octo, aut novem annuli numerari poſſunt, prismate adhibito quadragenis plures, præter innumeros ſic conſertos, ut diſcerni nequeant. Quare dubium ſupereſſe vix poteſt, quin ea viciſſitudo etiam ad illa intervalla pertineat, in quibus oculorum aciem jam fugit.

Scholion. Ex omni hac narratione licebit quædam tuto concludere. 1) Stamina diverſa refrangibilitate prædita, tametſi ad eundem ſpecie colorem pertinentia, inæqualia habent vicium intervalla. Nempe ſi in puncto quodam maximam habet ad reflexionem facilitatem radius e. g. extremus violaceus, qui minima ejusmodi requirit intervalla, nondum illic tantam habebunt reliqui violacei, & ab ea plurimum diſtabunt illi, qui ſunt in confinio indicorum. Atque hinc fit, ut in hisce phænomenis mutatio mediorum colori immutando impar, par ſit immutando ejusdem vigori, ſicuti experimur in lapidis ſpecularis lamina, quæ eundem refert colorem ſive aeri, ſive aquæ ſit confinis, vigore tamen discrepantem. Eſt videlicet ea lamina cum ſtamen e. g. rubeum reflectit, ejus profunditatis, quæ requiritur, ut radii rubei ad primam ſuperficiem cum vice facilioris transmiſſionis delati, in adpulsu ad ſecundam ſint in vice aliqua faciliorıs reflexionis, non tamen æqualiter omnes; nam alii maximam, alii continenter majorem habent redeundi facilitatem. Ubi autem media confinia denſitate valde differunt, vis reflectens tanta eſt, ut illos quoque reſilire cogat, qui ab eo limite longius abſunt. At aqua adfusa denſitatum diſcrimen minuitur; & hinc quidam eorum, qui ante reflectebantur, jam transmittuntur. Quare univerſe in his experimentis, ſive aerea,

ſive

ſive aquea lamina adhibeatur, extremi margines languidiores ſunt, & pars aliqua ceteris vivacior. Si enim in quopiam loco profunditas tanta ſit, ut ea decurſa extremi e. g. violacei eam habeant redeundi facilitatem, quæ illos reapse reflecti cogat, nondum tantam habebunt ceteri, qui eam nonniſi pedetentim adipiſcuntur.

2) Ratio deinde facile deprehenditur, cur in laminis paulo craſſioribus phænomena iſta non eveniant. Quamdiu enim via luminis per laminam eſt valde brevis, vel omnes, vel certe plerique ejusdem generis radii eandem habebunt progrediendi, vel regrediendi facilitatem, quæ quidem in diverſi coloris ſtaminibus etiam in eodem illo exiguo ſpatio multum diversa eſt. At ubi via paulo magis increscit, jam intra eandem quoque ſtaminum speciem alia hanc, alia contrariam obtinent diſpoſitionem. Ex quo efficitur, ut in minimis profunditatibus genera quædam colorum in reflexo lumine, quædam in transmiſſo prævaleant: contra in ſpatiis majoribus omnium colorum ſtamina tam in reflexo, quam in trajecto permiſte habeantur, quod quidem facile intelligi poterit vel ſolam maximam diſpoſitionem conſiderando. Sit enim certum quoddam intervallum, quo tranſito violaceus extremus ſubit vicem facilioris reflexionis: illic violaceus indico confinis abeſt adhuc nonnihil ab ea facilitate, quam non acquirit, niſi in

puncto quodam paululum diſtante; quando ergo prior radius iterum redibit ad vicem facilioris reflexionis, jam iſte ab eadem vice eodem in loco magis diſtabit, quam ante: atque ita cum radii majus decurrunt intervallum, pluresque subeunt vicium mutationes, tandem efficitur, ut ubi alter maximam obtinet redeundi facilitatem, illic alter facillime trajiciatur. Sæpe tamen eadem laminæ craſſitudo par eſt reflectendis diverſis variorum colorum ordinibus: ſic eadem lamina aerea reflectit violaceum tertii, & rubeum ſecundi ordinis, unde exſiſtit in eo loco purpureus color.

3) Demum in quocunque ſita ſit, & undecunque adveniat radio luminis alterna hæc diſpoſitio, eam acquiri in tranſitu per ſuperficiem refringentem in confeſſo eſt: ab hac enim propagantur alterni hi vicium reditus, & in ipſo hoc tranſitu oritur intervallorum determinatio. Hæ porro diſpoſitiones non acquiruntur per ſaltum, ſed per gradus continentes, quos curvæ virium ordinatæ exhibent. Quonam autem pacto hæ diſpoſitiones cogant radium ad progreſſum potius, quam regreſſum, aut contra, infra explicabimus. Illud hic ſedulo advertendum, nunquam fore, ut radius ob ſolam hujusmodi diſpoſitionem reflectatur. Omnis enim reflexio pendet a medii mutatione, & a denſitatum, vel potius refringentium virium diſcrimine. At ſi diſcrimen ſit aliquod, tunc & pro

quan-

quantitate ipſius, & pro diversa diſpoſitione, quam radius in occursu novi medii habet, imo etiam pro quantitate anguli, sub quo in illud subit, ad alterutram e binis hisce facilitatibus determinatur. Si medium illud radio objiciatur in punctis, in quibus maximam habet ad transeundum facilitatem, tranſibit, dummodo vis reflectens tanta non ſit, ut ea diſpoſitione non obſtante totam luminis progredientis velocitatem exſtinguere poſſit, & novam in partes oppoſitas gignere. Similiter ſi objiciatur in locis, in quibus maxima gaudet reſiliendi facilitate, reflectetur, dummodo novi medii profunditas satis magna ſit pro discrimine denſitatum, ut inde redundent actiones satis validæ ad motum radii ſiſtendum, & novum in plagam contrariam progignendum. Eadem fere evenient, ſi idem medium occurrat in punctis valde propinquis prioribus illis, propter memoratas scilicet diſpoſitiones illic non multum discrepantes. Verum ubi paulo plus receſſum eſt, fieri poterit, ut radii & trajiciantur in vicibus facilioris reflexionis, & reflectantur in vicibus facilioris transmiſſionis; ſi nempe vires e diversa mediorum denſitate, & luminis inclinatione redundantes ſint adeo exiguæ, ut cum tota radii ad faciliorem reflexionem diſpoſitione prævaleat velocitas, qua progreditur, porro etiam progredietur: ſin autem ex ea compoſitione vis tanta exſiſtat, ut omnem hanc velo-

citatem deſtruere poſſit, cum tota ſua trajiciendi facilitate reflectetur.

CAPUT IV.

De aliis phænomenis eodem pertinentibus.

Annuli e speculo cavo reflexi.

23. Duplicis generis phænomena, indefeſſa Newtoni sagacitate deprehensa, hoc loco contemplabimur. Priora ſic se habent. Tenuiſſimus solis radius in conclave obscuratum admiſſus excipiatur ad perpendiculum speculo vitreo cavo, in aversa parte mercurio inducto, ac semidiametrum sex circiter pedum habente. Intervallo centri speculi objiciatur eidem plagula chartæ parvo foramine pertusa, quod in ipso illo centro ſitum esse oportet, ut luminis radius in speculum non poſſit, niſi per illud, devenire, ac proinde quidquid luminis legitime reflectitur, redeat ad foramen ipsum sub angulo recto, sub quo in speculum incidit. Cum vero multi radii ſine ulla lege quaquaversus dispergantur, plagula chartæ, quæ ceteroquin circa foramen nullum deberet lumen excipere, aliqua luce perfundetur, quæ perinde sese diffundet in annulos coloratos, ac intra vitra illa superiora; erunt tamen hi & latio-

tiores, & languidiores. Si charta a ſpeculo multo magis, aut minus abſit, quam radii ejusdem intervallo, annuli continenter fient hebetiores: ſi vero ſpeculum a feneſtra magis removeatur, quam ſemidiametri ejusdem intervallum ſit, lumen reflexum ita ſeſe explicabit in charta, ut interiorum annulorum unus, alterve ſub eo ſepultus deliteſcat. Quare neceſſe eſt chartam prope centrum ſimul eſſe, & prope focum, in quo radii per foramen ſubeuntes colliguntur; quod utrumque obtineri haud poteſt, niſi charta foramini feneſtræ proxima ſit, & ſpeculum a charta diſtet itervallo ſuæ ſemidiametri: tunc autem radii legitime reflexi in exiguum cogentur circulum in chartæ foramine imaginem ſolis referentem.

Eorundem leges.

24. Annulorum ordo idem hic eſt, qui in vitris ſuperioribus lumine transmiſſo inſpectis obſervabatur. Commune centrum obtinet macula alba rotunda, debili luce nitens, ac paulo diffuſior, quam radius legitime reflexus: & ſi quidem leni ſpeculi inclinatione radius reflexus a media macula nonnihil detorqueatur, facile adparebit candorem illum ad centrum usque pertinere. Proxime conſequitur annulus obſcurior albo, & fuſco miſtus; tum irides coloratæ, quarum colores hac ſerie ſunt: in prima violaceus, & indicus modica quantitate;

tate; tum ceruleus parte exteriore pallescens, & in flavum exiguum virescentem deſinens; ſequitur deinde flavus clarior, ac denique rubeus in purpuram extrinsecus vergens. In secunda purpureus, ceruleus, viridis, flavus, rubeus &c.

25. Quadrata diametrorum in annulis lucidis sunt ut 1, 2, 3, 4 &c. in obscuris autem ut $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ &c. quæ proportionum ſimilitudo jam satis luculenter oſtendit annulos hos ab eadem, qua supra in vitris, cauſſa proficisci. Sicut enim illic inter quadrata diametrorum annulorum alternorum conſtanter eadem erat differentia nempe 1, ita hic conſtanter eadem eſt, nempe $\frac{1}{2}$. Quodſi in speculum ſtamen aliquod homogeneum, e. g. rubeum dirigatur, non alii adparent in charta annuli, quam rubri, & nigri his interjecti, id quod in ſingulis ſtaminum speciebus obtinet. Porro diverſi ejusdem coloris annuli ad se comparati habent diametros, quarum quadrata sunt, ut supra: at in diverſis coloribus unius, ejusdemque ordinis annuli eas habent diametros, ut minimam violaceus, maximam rubeus, medii medias obtineant: earum vero rationes Newtonus non adnotavit. Atque hinc facile intelligitur priores annulos, cum lux compoſita incidit in speculum, ex horum compoſitione, & quaſi mutua sperimpoſitione ortos eſſe, ac idcirco interius colore violaceo, exterius rubro terminari,

quod

quod ille minimo, hic maximo intervallo diffundatur, neque alia de cauſſa colores in receſſu a centro hebetari, quam quod in eo progreſſu ſtaminum compoſitio continenter augeatur. Nam ubi unum duntaxat ſtamen admittitur in speculum, ac proinde colorum superimpoſitioni locus nullus eſt, annuli diſtinctiores, & majori numero comparent: imo & in priore casu, ubi quarta, & quinta iris perægre discernitur, trans prisma etiam denæ numerari poterunt, superimpoſitione scilicet per inæqualitatem refractionis diminuta.

26. Si demum conferantur inter se ejusdem ordinis annuli, quos exhibet confinium rubei, & aurantii, indici item, ac cerulei, quadrata semidiametrorum habent in eà ratione, in qua sunt inter se radices cubicæ quadratorum numerorum exhibentium illas chordæ longitudines, quibus redduntur toni muſici in octava progrediente per tertiam minorem, & sextam majorem. Ubi patet iterum ſimilitudo inter hos, & illos annulos, de quibus egimus capite superiore.

Fasciæ in speculo cavo adparentes.

27. Alterum genus phænomenorum sese spectandum dabit, ſi non jam in chartam, sed in ipsum speculum obtutus defigatur, ibique oculus conſtituatur, ubi annuli in plagula chartæ prius adparebant: videbitur enim speculi facies diſtin-

ſtincta fasciis eorundem colorum, quos annuli ſupra in vitris referebant, quarum centra jacebunt in linea recta foraminis chartæ centrum cum oculo conjungente, ita ut ſingulæ fasciæ ſingula habeant centra, & plana arcuum circularium easdem terminantia ſint rectæ illi perpendicularia. Unde recta, in qua hærent centra, in plano chartæ jacebit, ſi oculus in eodem ſit, citra, vel ultra id planum, ſi oculus citra, vel ultra idem conſiſtat.

Sed ut res magis perſpicue intelligatur, ſit in Fig. 12 C locus foraminis in charta, G locus oculi, ubi prius annulus quispiam viſebatur, QM recta per foramen, & oculum ducta, D polus ſegmenti ſphærici THFL, cujus formam habet ſpeculum, planum QDM ſpeculo perpendiculare occurrat ejusdem ſuperficiei in arcu TDV, cujus continuatio usque ad rectam QM, ſeu plani ejusdem interſectio cum toto hemiſphærio, ad cujus radium ſpeculum tornatum eſt, & cujus item polum refert punctum D, ſit ſemicirculus QTM. Nempe punctum D eſt cuſpis tum ſpeculi, tum hemiſphærii QDM illud perpendiculariter ſecantis. Quodſi jam polis M, & Q, concipiantur duci arcus circulares paralleli ejusdem ſphæræ ſegmento intercepti HI, EF, KL &c. exhibebunt hi memoratas fascias, quarum centra ſint in axe QM. Idem autem in his fasciis uſuvenit, quod in vitrorum junctorum annulis,

lis, qui pro varia oculi poſitione contrahebantur, aut dilatabantur. Porro ut earum colores rite diſcernantur, capi experimentum debet non ope ſolaris radii in ſpeculum delati, sed ope luminis de nubilo cœlo venientis, contra quam fiat in annulis circa chartæ foramen enaſcentibus: nam ibi niſi lux ſolis admodum vivida incurrat in ſpeculum, annuli non erunt conſpicui, cum lux a ſpeculo in chartam, inde ad oculum remittenda ſit; at hic oculus lumen illico poſt primam reflexionem excipit, & hinc vel debilis nubium lux ſufficit.

Utrorumque origo.

Scholion. Hæc ſunt phænomena ſpeculi ope a Newtono obſervata. Jam cauſſam quod attinet, illud certum eſt, eam a mercurio poſteriorem ſpeculi ſuperficiem contegente repeti non poſſe, niſi quod augendo reflexionem colores efficiat vivaciores; nam etiam eo deterſo adparent annuli, licet multo languidiores. Sed neque a prima ſpeculi ſuperficie phænomenon pendet: imprimis enim mercurius ad vigorem colorum nihil quidquam conferret; deinde quia ſpeculum de metallo tornatum exhibendis annulis, ac faſciis ineptum eſt; denique quia variata ſpeculi profunditate, ſeu parietum craſſitudine mutantur annulorum dimenſiones, ſuntque eorum diametri in ratione reciproca ſubduplicata profunditatum prorſus ut in annulis vitrorum compoſi-

to-

torum. Quare extra omnem videtur eſſe dubitationem, colores hos ab eadem cauſſa progigni, quamvis diverſa ratione agente, pro conſtitutione ſcilicet laminæ craſſioris plura intervallorum millia complectentis, diverſa utique a conditione tenuis laminæ exiguum eorundem numerum continentis.

Sit in Fig. 13 centrum ſpeculi in ipſo chartæ foramine C, recta C A occurrat primæ ſpeculi ſuperficiei in F, poſtremæ in A; ſit plani cujuſpiam per eandem ſuperficiem tranſeuntis, & chartæ communis interſectio Q P; plani autem ejuſdem interſectio cum binis ſpeculi ſuperficiebus ſint arcus M A N, *m* F *n*. Conſideretur primo unicum ſtamen e. g. rubeum per rectam CA delatum ad F. Pars ejus, quæ in ipſo ad F adpulsu fuerit in vice facilioris reflexionis, reflectetur partim legitime ad C, partim ſine certa lege diſpergetur circa punctum F, prout nempe fuerit vel circa ipſam maximam ad redeundum facilitatem, vel verſus vicium limites. Altera ſtaminis ejuſdem pars, quæ tunc fuerit in vicibus facilioris tranſitus, maxima ſui parte progredietur itinere F A ad poſtremam usque ſpeculi ſuperficiem, ita ut in ipſo ad A adventu propter laminæ craſſitudinem partim ſit futura in vicibus facilioris transmiſſionis, & trajiciatur intra mercurii particulas abſorbenda; partim circa maximam ad reſiliendum diſpoſitionem, & legitime re-
fle-

flectatur; partim denique circa limites; & ſine lege ulla remittatur. A duabus hiſce poſtremis radii incidentis partibus pendent noſtra hæc phænomena. Partes ſcilicet a poſteriore ſuperficie legitime reflexæ redeunt ad anteriorem eodem itinere AF, eandemque habebunt in reditu ad F diſpoſitionem, quam in primo adpulsu obtinebant: nam in eadem illa via percurrenda numerus intervallorum erit idem; debebit autem in itu eſſe impar, cum in F fuerit in vice facilioris tranſitus, in A vero in vice facilioris reditus; adeoque erit etiam in reditu impar, & hinc recurret in F diſpoſitio ad faciliorem tranſitum, quæ ante fuit. Quare omnes partes legitime reflexæ transmittentur, qua demum cunque inclinatione reflectantur a poſtrema ſuperficie priori parallela; nempe propter inclinationem, & longitudinem itineris in reditu æqualem, parem item numerum, & magnitudinem intervallorum. Partes vero ab A ſine lege reflexæ deferentur itinere obliquo per alias rectas, qualis eſt AH. Hæ longiorem quidem habebunt viam, ſed propter ejusdem obliquitatem habebunt etiam multo longiorem menſuram unius intervalli, cum magis creſcat longitudo intervallorum quam via; quare minor erit eorundem numerus in obliqua ejusmodi linea, quam in illa perpendiculari. Et primo quidem in ſpatiis circa F proximis nondum deerit intervallum integrum, adeoque radii
in

in iisdem transmittentur: sed aucto paululum angulo FAH devenietur primum ad loca, in quibus AH ab AF deficiat uno intervallo, & ibi radii retro in vitrum reflecti incipiant; tum ad loca, in quibus deficiat duobus intervallis, & rurſus transmitti incipiant, atque ita deinceps angulo illo creſcente alii reflectantur, alii transmittantur per alternas vices, idque non ſolum in plano FAH, ſed in omnibus circa axem AF in gyrum poſitis.

Radii ergo ab A legitime remiſſi, itemque alii proximi deferentur ad foramen C, ac circa ipſum in plagula chartæ maculam ſui coloris, vel ſi compoſiti ſint, lucidam efformabunt circularem, vel ellipticam, prout recta C A plano chartæ ad angulum rectum, vel obliquum inſtiterit. Circa hanc maculam obſcurus diffundetur annulus reſpondens illis ſpeculi locis, in quibus radii retro in ſpeculum redeunt: circa hunc alius coloratus comparebit reſpondens locis, in quibus ſtamina e vitro emergunt; hunc iterum obſcurus excipiet, & ſic deinceps: annulorum tamen remotiorum colores ſenſim elangueſcunt, tum quia in lumine illo erratico multo major habetur radiorum copia prope axem FC, quam procul ab ipſo; tum quia diametris annulorum creſcentibus attenuatur, ac diſtrahitur eorundem lumen.

In ſimilibus diverſorum ſtaminum annulis diametri, & amplitudines inæquales

les sunt: cum enim alii aliis majorem habeant intervallorum magnitudinem, citius etiam, & in minore ab F diſtantia incipient amittere unum, duo, aut plura vicium intervalla; ac proinde radii magis refrangibiles minores efficient annulos. Unde & illud consequitur annulos minus refrangibilium majori eſſe latitudine. Cum enim e. g. sextus rubeus magis extendatur, quam sextus ceruleus, sex rubei majus spatium occupant, quam totidem cerulei, & hinc ſinguli eorum latiores sunt. Cuncta hæc e vicium theoria prorsus eo pacto consequi, quo ex ipſis experimentis, demonſtrat Benvenutus, ad quem remittimus eos, qui tam hæc ipsa plenius, quam multa alia huc pertinentia cognoscere volent: tironibus forsan & hæc jam sunt nimia.

CAPUT V.

De natura luminis.

Phyſicorum opiniones.

28. Duplex phyſicorum eſt de natura luminis hodie sententia. Plerique cum Newtono putant lumen eſſe ipsas tenuiſſimas corporis lucentis particulas quaquaversus jugiter profluentes, ac per li-

lineas proxime rectas, niſi quantum refractione detorquentur, ad oculum delatas. Habent hi ſatis manifeſtam ſimilitudinem in odoribus, quos in ejusmodi corpusculis eſſe conſtitutos nemo eſt qui inficietur. Alii cum Hugenio fingunt interminatum quemdam oceanum ætheris tenuiſſimi, elaſtici, ubique æquabiliter diffuſi; putantque huic pulsus quosdam a lucentium corporum particulis continue imprimi, qui ad oculum usque propagati ſenſionem viſus in nobis excitent. Utuntur hi comparatione ſoni, quem ſatis conſtat ab alternis aeris impulſibus effici. Nobis ea ſententia probabitur, e qua commemoratæ luminis proprietates convenientiſſime deriventur.

Refelluntur Carteſiani.

29. Poſteriorem opinionem, cujus vel præcipuus defensor Eulerus eſt, putamus eſſe omnino rejiciendam. Ut enim nunc taceam argumenta contra illum ætheris oceanum universe pugnantia (P. I. 178 & seq.) hæc insuper occurrunt. 1) Cum celeritas luminis tam solaris, quam ſtellarum inerrantium eadem ſit (4 cor. 3) deberet ejus oceani & denſitas, & elaſticitas in tanto diſtantiarum discrimine eſſe ubique prorsus eadem, cum velocitas motus in fluidis elaſticis ſit in ratione compoſita subduplicata tam elaſticitatis, quam raritatis: neceſſe proinde foret comminisci immobilem quamdam in extremo mundo superficiem, cujus

jus repagulis ea materia coerceatur, ſicuti aer compreſſus in veſica. 2) Si immenſum illud inane, quod ſane explicandis aſtrorum motibus requiritur ad tollendam impeditionem, ei oceano interſertum ſtatuatur, fieri haud poterit, in tam incredibili ejus materiæ raritate, ut ſine ulla perturbatione gignantur in eadem undæ innumeros, ac sæpe contrarios ductus habentes. 3) Undæ ubi ad obſtaculum foramine pertuſum deveniunt, poſt illud in gyrum propagantur, ut in aqua, & aere experiri perfacile eſt: at lux per lineas rectas progreditur. Diſcrimen iſtud jam a veteribus ipſis animadverſum fuit. Audin' Lucretium?

Ergo replentur loca vocibus abdita retro
Omnia quæ circum fuerint, ſonituque cientur:
At ſimulacra viis directis omnia tendunt,
Ut ſunt miſſa ſemel: qua propter cernere nemo
Se ſupra potis eſt.

Nec juvat perfugium ad immanem luminis velocitatem, quæ propagationem ad latera impediat. Nam in æthere ad latera poſito tam exigua debet ineſſe vis inertiæ, ut ei impellendo omnino ſufficiat actio particularum linea recta propagatarum: ſi enim aeris elaſticitas non obſtante inertia absque comparatione majore, quam ſit inertia ætheris, efficere poteſt, ut in eo etiam modicæ condenſationes motum ad latera producant; ſane in æthere major in immenſum elaſticitas tanto minorem inertiæ vim supe-

rare debet, atque adeo motum ad latera facilius propagare, quam aer. 4) Denique materiæ hujus undique diffuſæ agitationes tametſi fortaſſe ſufficerent explicandæ propagationi etiam ad tam immanes diſtantias rectilineæ; explicandis certe mirificis illis, quas percenſuimus, proprietatibus non ſufficiunt, uti adparebit, ſiquis e Carteſii ſectatoribus ſingulorum explicationem minutatim requirat.

Probatur Newtoni ſententia.

30. Reliqua igitur eſt Newtoni ſententia, quam amplectimur tribus potiſſimum de cauſſis. 1) Effectus enim particularum corporis lucentis e. g. ignis, ac ipſius luminis prorsus iidem sunt; nam radii speculis, vitrisque urentibus collecti oculos afficiunt; urunt, diſſipant, fundunt, in calcem redigunt corpora non aliter, quam ſi ipſæ corporis lucentis partes illic eſſent collectæ: lumen ergo in iis particulis aptiſſime conſtituitur. 2) Sicut olentia, ita & lucentia corpora lucendo tandem conſumi, & diſſipari docet experientia: quare de illis corpuscula quædam jugiter effluere neceſſe eſt; atqui hæc quum in oculos subeunt perinde sane excitare poſſunt senſionem visus, atque particulæ corporum olentium in nares delatæ excitant perceptionem odoris. Adde ſicut odorum, ita luminis diverſiſſimas eſſe species; quemadmodum ergo illa varietas repeti-

tur

tur a diverſo motu, textura, & figura corpuſculorum ex olente corpore dimanantium; ita hæc convenientiſſime explicabitur per ſolam particularum corporis lucentis varietatem. Nec obeſt, ut Eulerus putat, odorem ad paucos fere paſſus, lumen ad immenſas diſtantias propagari; id enim ſi valeat, etiam comparatio, quam ipse a sono ducit, vehementer claudicabit; sonus enim e tellure noſtra ne ad lunam quidem pertinet. Deinde ſi virium in natura exſiſtentium conſtitutio alibi a nobis explanata (P. 1. 4, & seq.) conſideretur, omnis ea difficultas summota erit, ut deinceps videbimus. 3) Admiſſa hac opinione omnes supra expoſitæ luminis proprietates feliciter admodum deducuntur, quæ in Euleri syſtemate vel nullos, vel certe non niſi precarios admittunt explicatus.

Diluuntur objecta.

Scholion. Antequam ad explanandas luminis proprietates accedamus, juvabit eorum, qui contra sentiunt, argumenta refellere. Ajunt 1) naturam in soni propagatione nullis uti corpuſculis de sonante corpore effluentibus, sed ob majora intervalla, ad quæ torrentes illi pervadere vix poſſent, aliud sequi propagationis genus: idem videri de lumine sentiendum, inter quod & sonum, ſicuti etiam inter colores & tonos, visum & auditum, tanta ſit ſimilitudo. Verum quemadmodum nulla eſt a sono ad odo-

rem argumentatio, ita neque ad lumen. Sonum per aeris pulsus propagari adeo evidenter oſtendunt experimenta, ut locus dubitationi supereſſe non poſſit: at neque illum ipsum ætherem luminis vehiculum in rerum natura exſtare hactenus probatum eſt; neque, ſi exſtet, per illius impulsus lucis phænomena ullo pacto queunt explicari, ut patet vel solas illas admirabiles facilioris reditus, aut tranſitus vices expendenti. Habet sane lumen non parvam cum sono convenientiam: sed tamen in plurimis, iisque vel præcipuis proprietatibus diſſentit. Nonne ipſi adversarii ut diversam ſtaminum refrangibilitatem enodent, ad heterogeneas ætheris sui elaſtici partes confugiunt; & tamen plerique eorum per aerem sui ubique ſimilem tonos omnes propagari poſſe adfirmant, aut ſi negent, in captiones sese indunt nunquam enodabiles?

2) Sed calculum adparant, a quo ceteroquin tantopere abhorrent, atque hunc in modum colligunt. Cum luminis denſitas decrescat in ratione reciproca duplicata diſtantiarum, ponatur ea prope tellurem eſſe ad denſitatem prope solem ut $n:1$: ſi jam radii a sole ad tellurem intra 8′ deveniant, & solis in horizonte parallaxis aſſumatur 13″, particulæ e sole intra 1″ erumpentes pro sua raritate implebunt prope telluris superficiem volumen 10000000000 semidiametrorum cubicarum terreſtrium: eſt autem solis

vo-

volumen 1949880 cubicarum id genus ſemidiametrorum: quare jactura, quam sol intra 1″ facit, erit ad totam solis maſſam ut $54000n : 1$. Si ergo lumen prope terram eſſet solum 54000 vicibus rarius, quam ipsa solaris maſſa, totus sol intra 1″ diſſiparetur: cum igitur tot seculorum decurſu nullum in eo notabile decrementum obſervetur, neceſſe eſt luminis raritatem in immenſum majorem eſſe: nempe ſi tota solis maſſa ponatur $= 1$, erit jactura uno die facta $= 4665600000n$, jactura annua $= 1704110400000n$, jactura annorum 5000 $= 8520552000000000n$, quæ cum notabilis non ſit, oportet luminis denſitatem prope tellurem eſſe ad denſitatem maſſæ solaris saltem ut $1 : 1000000000000000000$, seu oportet eſſe $n = \frac{1}{1000000000000000000}$, quæ incomprehenſa subtilitas cum phænomenis luminis vix cohæret; niſi autem concedatur, sequetur in sole notabile maſſæ decrementum.

At nihil in hac quidem raritate, atque particularum tenuitate ineſt abſurdi. Poteſt enim in noſtra theoria spatio quovis minimo utcunque ingens punctorum materiæ numerus comprehendi: & omnis maſſa luminis, quæ diffuſa ſpatium tam immane replet, in sole parvum quemvis locum occupare. Ceterum tametſi daremus globum solarem circumquaque ad unius pedis profunditatem jam defeciſſe, tamen ea jactura in tam im-

menso globo nondum obſervaretur. Incomprehensa luminis exilitas supra a nobis definita (6) phænomenis nequaquam adversatur; quin imo pleraque eorum ingentem per sese requirunt tenuitatem; alia ope velocitatis maſſam compensantis facile explicantur. Sed mirum eſt jacturam solis a Carteſii aſſectatoribus objici. „ Juxta ipsos enim, ait Sigorgnius, „ sol motu continuo vibrat circumfu- „ sam materiam, & in ea vibrationes „ excitat, quæ inde per totum vorti- „ cem diffunduntur. Ad id ergo aliquam „ motus sui partem jugiter sol impen- „ dit; & ſi periculum eſt, ne emiſſione „ corpusculorum paulatim diſſipetur ejus „ ſubſtantia, non minus timendum eſt, „ ne communicatione motus sui senſim „ langueſcat, & tandem extinguatur, „ cum tantum de ſuo motu amittere de- „ beat ſingulis inſtantibus apud Carteſia- „ nos, quantum de sua mole in Newto- „ ni sententia.

3) Urgent, eam jacturam tametſi sensui noſtro minime notabilem, id saltem progreſſu temporis efficere, ut discrimen, atque aberratio aliqua in legem attractionis, quæ maſſæ rationem sequitur, redundet, ac orbitæ planetarum senſim laxentur: fore item, ut in spatiis soli adſitis, quo cometæ non raro deveniunt, motus eorundem a torrente illo luminis retardetur. Verum in noſtro, ut dixi, syſtemate maſſa lucis dato quovis tempore effluentis utcunque minui poteſt

sal-

salvis phænomenis; quare ne in leges quidem attractionis ullum inde discrimen notabile redundabit. Dico notabile; nam plurimas aberrationes sensum effugientes in motibus planetarum ineſſe dubitare non poteſt, quicunque mutuam eorundem gravitatem admittit. Lux autem ne prope solem quidem ſic conſtipatur, ut motui planetarum vel cometarum impedimentum adferat sensu comprehenſibile. Nam quod nullum videamus spatium luce deſtitutum, non inde eſt, quaſi vero nulla ſint intervalla lumine non expleta; sed a vivaci, & celerrime repetita in oculum impreſſione, ut patet vel in candenti titione celeriter in orbem acto, ubi lumen integram circuli peripheriam ſimul occupare videtur, cum tamen reapse momento quovis unam duntaxat ejus partem occupet. Adde, quod pupilla, & oculorum fibræ non ſint unicum punctum individuum, & quod vires cujusvis particulæ luminis agant ad aliquod intervallum. Simili fere responſione uti debent ipſi Carteſiani, ut ætherem suum a notabili planetarum impeditione absolvant; nec enim requiritur, ut in spatiis cœleſtibus nulla ſit materia iners, sed satis eſt ſi vicibus 1000000000 rarior ſit hoc noſtro aere.

4) Exiſtimant fieri non poſſe, ut duo, pluresve radii ex adverſis plagis tanta pernicitate ſibi occurrentes sese non perturbent: & tamen quum per anguſtiſſimum foramen innumerabiles radii in con-

clave ingreſſi, aut lente, ſpeculove collecti ſeſe decuſſant, nullam prorsus notari in ſingulorum curſu aberrationem. Argumentum hoc, inquit Eulerus, maximam vim habere videtur ad iſtam opinionem funditus evertendam; qui & illud addit ſua opinione graviſſimum: in hoc ſyſtemate naturam corporum pellucentium conſtituendam eſſe in meatibus rectilineis lumini tranſitum concedentibus, id autem defendi nulla ratione posſe: cum enim radii ſecundum omnes ductus per ea corpora tranſeant, neceſſe foret, ut ea quaquaverſus juxta rectas lineas ſint perforata, ſic ut nulla queat in iisdem recta concipi, quæ non per hujusmodi meatus tranſeat, atque ita omnis cohærentia, imo omnis materia de corpore id genus pellucido tollenda eſſet.

Sed utraque hæc Euleri argumentatio ex iis refellitur, quæ in prima parte de corporum elementis, & compoſitione diximus. Corpora videlicet omnia apud nos conſtant punctis individuis productione carentibus, ac disjunctis a ſe invicem certo intervallo, pro cujus varietate vires habeant alibi attrahentes, alibi repellentes. Moventur itaque particulæ luminis vi inertiæ in lineis rectis, nec inflectunt curſum, niſi ab aliis punctis detorqueantur; nullum autem unquam materiæ punctum ullo finito tempore incurret in aliud (Ontol. 191 Cosmol. 379). Unde non ſolum fieri poteſt, ut

in

in corporibus pellucentibus versus omnes plagas canales recti habeantur, ſed facile concluditur ne tria quidem materiæ puncta jacere directe, & in quamvis plagam infinitos patere ductus, per quos lumen ſine ullo impedimento commeare poſſit.

5) Caſtelus tali argomento pugnat. Radius luminis ſive a ſole, ſive a quovis alio igne profectus objecto prismate ſemper eodem modo, eademque conſtantiſſima proportione in ſtamina colorata diſtrahitur: deberent ergo omnes illi diſſimiles radii e quovis corporis radiantis puncto ſimul egredi; imo in quavis emanante luminis portione conſpicua jam ineſſe innumerabiles illæ particulæ heterogeneæ admirabili æquabilitate diſtributæ; quod vix in animum inducet quiſquam, qui naturam corporis lucentis, & ſine lege ulla furentis expenderit. Primum nodus hic ipſi adverſario vel ſolvendus, vel amputandus eſt. Certis enim conſtat experimentis vel minimum radium coaleſcere e ſtaminibus diverſam naturam, & pernicitatem habentibus: ut ergo demus lumen in pulſibus illis ætheris ſitum eſſe, neceſſe erit in quovis minimo oceani ætherei radio, motibus diverſiſſimis, & admodum derturbatis agitato, ejusmodi fila diſſimilia conſtanter ineſſe proportione fixa, & immutabili. Deinde ſi particulæ diſpares caſu fortuito permiſceantur, quo major ſumitur earundem numerus, eo magis acce-

 cedi-

ceditur ad æquabilem quamdam diſtributionem, ut exemplis obviis oſtendi poteſt; discrimina autem, ſi quæ adſint minima, observari a nobis nequeunt.

6) Idem ex eo, quod radii ſolis lente, vel ſpeculo collecti tam violentos edant effectus, colligit eos non poſſe conſtare particulis tantæ, quemadmodum diximus, tenuitatis: sed nec poſſe recurri ad velocitatem, cum iidem radii in corpuscula etiam leviſſima irruentes eadem loco commovere nequeant. At nodus hic alibi explicatus eſt (P. 1. 34), ubi oſtendimus exiguo motu paucis particulis impreſſo violentos illos effectus internis viribus progigni, non externa impulſione. Etſi autem luminis celeritas immensa ſit, tamen propter incomprehensam maſſæ parvitatem vires tantæ non sunt, ut minimam corporis particulam conſpicuam loco depellere valeat. Sunt nihilominus, qui cum Newtono motum vaporum, e quibus caudæ cometarum conſiunt, radiorum ſolarium impulſioni aſſignent (P. 1. 206 sch. 2), sunt, qui auroras boreales repetant ab halitibus tenuiſſimis, quos iidem radii propellant; imo sunt, qui censeant & fluvios retardari orrenti ſoli contrarios, & terræ motus eadem de cauſſa exiſtere. Sed horum nihil nos quidem defendimus. ,, Neque porro mirandum eſt, ,, ita Sigorgnius, tenuia adeo corpuscu- ,, la organum viſus afficere poſſe: de- ,, monſtratur enim aſſæ fœtidæ, cujus

odo-

„ odorem ad diſtantiam quinque pedum „ ſentimus, corpuſcula ſe vix ad unum „ granum habere ut unitatem ad quin- „ tilionem; cum ergo multo magis ſub- „ tile ſit viſus organum, quam odora- „ tus, quis dubitet illud tenuioribus lon- „ ge corpuſculis affici poſſe? Sentimus „ igitur in locis ſingulis luminis præſen- „ tiam ſine ulla ex parte ſolis jactura „ ſenſibili, nullave ex parte cœlorum „ reſiſtentia computabili. Sic odora cor- „ pora, moſchus præſertim, effluvia ſi- „ ne intermiſſione emittunt, quamvis „ poſt tempus ſatis protractum pondere „ imminuta non videantur. Verum quam- „ vis hactenus, per ſex nimirum mille „ annos, notabilis nondum evaſerit ſo- „ lis diminutio, poſt finitam tamen, li- „ cet valde protractam annorum ſeriem „ continuis his effluviis totus diſſipabi- „ tur: & inde colligimus mundum ad- „ ſpectabilem neque ab æterno eſſe, ne- „ que deinceps ſine fine extiturum.

7) Parum nos admodum laboramus, utrum corpuſcula hæc emanantia, in quibus lumen repoſuimus, ad maſſam lucentem rurſus aliquando refluant; an aliis corporibus uniantur, aut in ſpatio hoc immenſo delitescant: cum enim omnis eorum coacervatio maſſam conſtituat prorſus exiguam, nihil intereſt, utrumcunque dicatur. Quod ſi in ſpatio hoc, in quo planetæ errant, adhæreſcant, minime erit inde conſequens ea etiam abſente ſole debere nobis lumen exhi-

bere; particulæ enim hæ non tam natura sua, quam motu, quo afficiunt oculum, ſenſionem luminis excitant, qui motus pedetentim interit. Sic globus tormento excuſſus vulnerat, neque tamen inde colligas illum vulnerare semper debere quamdiu in rerum natura ſuperſtes fuerit. Sane lucere ignem fatemur omnes; & tamen sæpiſſime adeſt ingens ignis copia ſine luce ulla perceptibili. Aliter opinandum eſt de odoris particulis: his enim ipsa aeris attractione motum convenientem impertimur. Ceterum ſi sol in nihilum subito verteretur, adhuc tamen semiquadrante horæ plena luce frueremur (4).

8) Nec obeſt comparatio ducta a terreſtribus corpusculis ultra paucas leucas haud pertinentibus: cum enim tellus majore sui parte ignita non ſit, neque particulas habet adeo tenues, neque vi repellente tanta gaudet, quanta in vehementiſſimo igne ineſſe solet. Oſtendi tamen evidenter nequit nulla omnino terrena corpuscula ad ceterorum usque planetarum regionem deferri, cum valde ſit veriſimile planetam quemvis, adeoque & tellurem noſtram aliquo suo lumine, quamvis multum languente, fulgere.

CA-

CAPUT VI.

Explicatur Emiſſio, & Propagatio luminis.

13. Ut emiſſio luminis probe intelligi poſſit, revocanda erit cogitatio ad curvam vires in natura exſtantes referentem (P: 1. 4. & seq.), inque ea casus duo sedulo expendendi. Et quidem ſint maſſulæ corporis ita conſtitutæ ut in curva earum vires referente 1) occurrat versus crus gravitatis universalis arcus quidam attrahens longiſſime protensus, & maximam aream comprehendens; sequatur autem arcus repellens ampliſſimus multo majorem aream complectens, quam reliqui omnes attrahentes ſimul usque ad arcum gravitatis. 2) Nullus occurrat arcus attrahens nimis amplus ad eas partes, occurrat vero, ut ante, repellens quidam ampliſſimus, & ingentem aream continens.

In casu priore oscillationes aliquæ ita senſim increscere poterunt, ut puncta quædam deferantur etiam ad extremum limitem arcus illius attrahentis valentiſſimi, quo transgreſſo vi repellente consequentis arcus vehementiſſime incitata recedent perpetuo & motu quidem initio

tio nonnihil accelerato, ac per vices retardato; at ubi ad majus quoddam intervallum perventum erit, in quo *sola* jam gravitas agit, ad ſenſum æquabili (P. 1. 14). Et ſiquidem maſſa omnis incluſa inter originem abſciſſarum, & extremum arcus illius attrahentis limitem complectatur innumerabilem particularum multitudinem, ac vehementiſſimo illo motu alterno agitetur, deferentur perpetuo puncta plurima ad illum limitem, & effluent, pars autem multo maxima intra limitem continebitur, & fermentatio illa vehemens abſque diſſipatione maſſæ perdurabit. At in caſu altero particulæ omnes citiſſime devenient ad eum limitem, maſſaque tota celerrime disjicietur.

Poſſunt autem in eadem maſſa quædam puncta hujusmodi caſus habere ad minores diſtantias cum viribus multo vehementioribus; quædam ad majores cum viribus languidioribus, ita ut illorum exploſio multo ſit celerior, quam horum. Si autem in conſiderationem veniant non jam puncta ſingula, ſed maſſulæ ex iis coagmentatæ, longe major conſurget caſuum ejusmodi numerus, majoraque diſcrimina, cum magna tunc naſcatur motuum, & legum compoſitio.

32. Ex his emiſſio luminis ſatis dilucide intelligitur. Si enim materia ejusdem collocata ſit inter arcum repellentem asymptoticum, & inter extremum limitem attrahentis illius validiſſimi in caſu

casu primo, semper evibrabitur ingens numerus particularum ad immanem illum repellentem arcum delatarum, auctis pedetentim oscillationibus. Si ejusmodi corpusculorum adſit immenſa quædam congeries, in plagas omnes agitata, numerus casuum, in quibus particulæ ad eum limitem devenient, pendebit a numero omnium particularum ea congerie contentarum: unde fieri poterit, ut corpus aliud alio magis luceat; quamdiu tamen ea maſſa ad sensum eadem perdurabit, numerus ipse erit ad sensum idem intra eadem tempuscula, niſi & ipsa illa fermentatio viciſſitudines quasdam habeat ex ipsa virium lege pendentes; tunc enim corpus idem jam majus, jam minus lumen emittet, ut notatur in quibusdam ſtellis fixis, quarum adparens magnitudo alternis crescit, & decrescit.

Scholion. Facile quisque inducet in animum poſſe in lucente corpore ineſſe vim repulſivam parem gignendæ tantæ velocitati, ſi cogitet 1) immensam eſſe luminis tenuitatem, 2) haberi reapse etiam in planetis tam enormem celeritatem, ut ea ad lucis velocitatem habeat rationem senſibilem; 3) ſicuti complures philosophi admittunt in minimis corporum particulis tantam vim cohæſivam, ut putent eam nulla vi naturali poſſe vinci; ita poſſe etiam in iisdem ineſſe tantam vim repulſivam ad eandem

dem virium legem pertinentem, quanta requiritur ad luminis evibrationem.

Unde velocitas æquabilis?

33. Velocitas quoque in particulis homogeneis erit ad ſenſum eadem. Licet enim poſt arcum illum ingentem repulſivum earum aliæ excipiantur ab arcubus attrahentibus motum retardantibus, aliæ a repellentibus motum conceptum adjuvantibus: item licet aliæ ad arcum illum repulſivum devenerint cum majori, aliæ cum minori velocitate, tamen celeritates omnium debent ad ſenſum fieri æquales; cum area illius ingentis arcus repulſivi exprimens quadratum velocitatis ſive ſola accipiatur, ſive areis ſequentium aut præcedentium arcuum augeatur, vel multetur, ad ſenſum eandem habeat radicem: univerſe enim, ut alias diximus (P. 1. 14), ſi ingenti cuidam quadrato addatur, vel dematur quadratum longe minus, tametſi in ſe ſatis magnum, radix ſummæ vel differentiæ parum diſcrepabit a radice magni illius quadrati: e. g. ſi quadrato 10000 addatur 4, erit $\sqrt{10004} = 100,02$ proxime, & $\sqrt{10000} = 100$, ubi exigua ſane eſt radicum differentia.

Unde diverſa ſtaminum celeritas?

34. At in particulis heterogeneis diſcrimen aliquod notabile haberi poterit. Nam curva virium, quibus tota lucens maſſa agit in ejuſmodi particulas, poteſt non-

nonnihil eſſe diversa pro iis, adeoque & exceſſus magnæ illius repellentis areæ supra areas attrahentium, & hinc quadratum velocitatis poteſt eſſe diversum. Ceterum etſi curva virium, cujus lege tota maſſa lucens agit in particulam jam ultra limitem oscillationis promotam, mutatis ipsa oscillatione punctorum diſtantiis nonnihil mutetur, uti dicemus (49), quia tamen in fortuita ingenti totius maſſæ agitatione celerrime ſibi succedunt omnes diversæ punctorum poſitiones, summa omnium erit ad sensum eadem, maxime pro particula diutius hærente in memorato limite, quo exigua cum velocitate adpulit, ut idcirco velocitas ſtaminum homogeneorum, ubi jam ad gravitatis arcum deventum fuerit, & ad vires exiguas, debeat ad sensum eſſe eadem; & discrimen in solis ſtaminibus heterogeneis ob diversam eorum texturam haberi poſſit.

35. Si in maſſa quapiam paucæ ſint particulæ intra eos limites conclusæ, quos ad emittendum lumen adhibuimus, vel paucæ ingentem motum conceperint, vel arcum illum repellentem præcedat attrahens minus validus, fieri poterit, ut tota lux celerrime evolet, aut etiam maſſa disrumpatur; quorum primum evenire videmus in metallis candentibus, alterum in pulveris pyrii inflammatione. Idem tamen alio etiam ex capite contingere interdum poterit, ſi nempe particu-

riculæ quædam alias hinc & illinc ne-
ctentes diſſolvantur.

Unde lux in phosphoris?

Scholion 1. Ex his luculenter adparet ad luminis emiſſionem ingentem quamdam requiri fermentationem, inteſtinumque partium motum, quem in quavis inflammatione satis cernimus. In phosphoris tamen quibusdam ſine agitatione illa notabili lumen effluit, quod ipsum ex hac theoria nullo negotio intelligi poteſt. Evomunt enim hujusmodi corpora lumen, quod e lucente maſſa exceperunt; cui rei vel illud argumentum eſt quod lapis e. g. Bononienſis ejus speciei lumine luceat, cujus coloris radiis ante collustratus fuit. Nimirum radii internos eorundem meatus ingreſſi & diu repetitis reflexionibus oberrantes rursus prodeunt, alibi quidem citius, alibi serius, prout ipsa corporum textura plures pauciores ve id genus reflexiones admittit. Semper nihilominus tam in admittendo, quam reddendo lumine motus aliquis consequitur, licet non adeo vehemens, quo oscillationes punctorum gradatim augeantur, dein erumpant, qualis in prima emiſſione requiritur; sed sufficit, ſi vibrentur minimæ illæ particulæ celerrime, a quibus moleculæ luminis, jam in prima emiſſione ad motum celerrimum incitatæ, reflectuntur. Quod ſi satis magna lucis copia a corpore quodam absorpta ſit, quæ intra ipsum plurimas subeat

beat reflexionum vices, poterit illud vehementius agitari totum, ac etiam inflammari, lucemque ſpargere, ſi materiam habeat in ea poſitione curvæ, ex qua pendet emiſſio radiorum, quod quidem accidere videmus, ubi plures radii ſpeculo urente collecti corpus inflammant. Sin autem hæc eadem eveniant in majoribus illis intervallis, in quibus vires jam ſunt languidiores, naſcentur quidem fermentationes, & particularum emiſſiones, ſed quæ peragantur longe minori velocitate, generentque vapores quosdam, & halitus. Harum fermentationum quædam diutius perdurabunt, quædam citiſſime deſinent. Si æſtus fuerit vehementior, ſubito adducet magnam particularum vim ad limitem maximæ illius repulſionis, maſſamque omnem diſſipabit.

Scholion 2. Newtonus in minimis punctorum intervallis attractionem conſtituit, iisdem autem nonnihil auctis repulſionem, e qua pendeat emiſſio luminis extra limites attractionis oſcillatione educti. At complura ſunt, quæ huic ſententiæ adverſentur. Illud inter alia hoc pacto explicari nequit, qua ratione illæ ipſæ vibrationes generentur. Si enim puncta ſint in diſtantiis attractionis, accedent perpetuo ad ſe invicem, cumque dura, & ſolida ſint, non reſilient, ſed in maſſam unam coagmentabuntur. Si autem ſint in diſtantia repulſionis, recedent, & motus non reciprocabitur.

Sed

Sed nec poteſt intelligenter exponi tam diversa celeritas, qua lumen exploditur, & qua vaporum particulæ a se recedunt, ſi poſt quamvis attractionem unica habeatur repulſio.

Unde motus rectilineus?

36. Motus rectilineus, isque ſine notabili medii æquabilis impedimento itidem facile explicatur. Quod enim ad impeditionem attinet, jam alias vidimus sola ingenti pernicitate effici poſſe adparentem quamdam duarum maſſarum penetrationem (P. 1. 22. sch.), quam tenuitas ipsa, & æquabilitas medii, per quod tranſitur, plurimum adjuvet. Cum enim nullo tempore finito unum materiæ punctum contra aliud accurate feratur (Ontol. 191. sch.), nullo quoque finito tempore punctum quoddam luminis occurret alteri luminis, aut medii puncto: reliquum ergo eſt, ut solis illis particularum viribus, quarum efficacitas ad aliquod intervallum pertinet, motus lucis impediatur. Hæ autem vires ſi circumquaque semper æquales forent, nullum utique acciperet inde motus decrementum, qui propter vim inertiæ deberet eſſe rectilineus. Atqui in casu noſtro omnes hæ vires diverſis directionibus agentes finitæ sunt: poteſt ergo tanta ineſſe in lumine pernicitas, ut omnia hæc virium diſcrimina saltem ad sensum elidat, cum vires egeant tempore ad

ve-

Digitized by Google

velocitatem quamvis progignendam, vel deſtruendam, tempus autem agendi in ſumma particularum prætervolantium celeritate vix ullum relinquatur.

37. Quando tamen luminis particula per ſilvam quamdam punctorum ipſius medii tranſcurrit, diſcrimen virium ſemper aliquod remanebit; at ubi eorum punctorum diſpoſitio ad æquabilitatem quamdam acceſſerit, quod fit in mediis homogeneis, erit id diſcrimen perquam exiguum, ſi ratio virium omnium habeatur, quas exerunt omnia puncta medii circa particulam prætervolantem eo intervallo ſita, ad quod protenditur eorum efficacitas. Fingamus enim parvam quamdam ſphæram id ipſum intervallum pro diametro habentem, ea per centrum in duas diviſa partes, ſi medium ſit ſatis homogeneum, erit utroque in hemiſphærio prope idem punctorum numerus, ac proinde ſumma quoque virium eadem; feretur ergo per id genus medium particula luminis motu ad ſenſum rectilineo, ideque tanto accuratius, quanto majore gaudebit pernicitate; nam tunc & minus temporis habent partes medii ad impediendum, & in ipſo progreſſu inæqualitates jam in hanc, jam in illam partem prævalentes, ac celerrime ſeſe excipientes elidentur, quemadmodum evenit in trocho quodam ligneo, qui dum circa axem in tenuiſſima cuſpide inſiſtens rapidiſſime volvitur, neutiquam cadit, momento videlicet ponderis, quo

ad

Digitized by Google

ad lapſum urgetur, nunc in hanc, nunc in aliam plagam prævalente.

Accedit eodem etiam nexus quidam inter puncta particulas luminis componentia, & velocitate ad ſenſum æquali delata; qui nexus cum ea puncta adſtricta contineat, cogit totum corpuſculum eo ſolum cieri motu, quem ſumma omnium inæqualitatum ad omnia puncta pertinentium inducit, quæ ſumma ad æquabilitatem utique plurimum accedit, cum in fortuitis, ut dixi, coagmentationibus quo major ſumitur numerus, eo minor evadit inæqualitatum ſumma. Demum & ipſa mediorum raritas huc plurimum facit; quanto enim ea major eſt, tanto minor occurrit particularum numerus intra ſphæram illam memoratam, tanto major paucitas virium componendarum.

Scholion. Re tamen ipſa non tenebunt ſemitam omnino rectam ſingula luminis puncta duplici ex capite. Primo quia mutuæ punctorum eandem particulam componentium actiones inducent plurimos in ipſis motus, qui & inde conſequi debent, quod in prima emiſſione non omnia eandem recipiant velocitatem, cum non æque diſtent a maſſa repellente: hinc mutuæ actiones diruptionem particulæ impedientes inducunt quaſdam punctorum oſcillationes, in quibus contractiones quædam maximæ, & maximæ productiones per vices redeuntes habentur; quæ res erit nobis infra uſui ad explicandas facilioris reflexionis, & trans-

tranſmiſſionis vices. Actiones deinde remotorum corporum, punctorumque medii homogenei circumfuſi non pro ſingulis particulæ transvolantis punctis prorſus æquales motum aliquem exiguum progignunt, quo efficitur, ut luminis corpuſcula ſerpant nonnihil, & tortuoſo curſu ferantur, deſcribendo curvam admodum compoſitam. Sed hæc motum, de quo agimus, ad ſenſum rectilineum minime impediunt.

CAPUT VII.

Explicatur Reflexio, & Refractio luminis.

Unde reflexio?

38. Reflexionem nequaquam peragi in ipſa corporum reflectentium ſuperficie jam oſtendimus (12). Ut ergo via radiorum, cauſſæque lucem repercutientes plane intelligantur, ante omnia conſiderandum eſt, curſus mutationem non fieri in unico puncto, ſed per curvam quampiam continuam; neque lineas incidentiæ, & reflexionis eſſe accurate rectas, ſed ad ſenſum duntaxat. Nam vires reflectentis corporis ad omnes diſtantias conſtanti lege ſe exporrigunt; at in majoribus diſtantiis non ſentiuntur:

tur: cum autem luminis corpusculum propius acceſſerit ad limitem duo heterogenea media dirimentem, curvari ejus via incipit, quæ propter alternas attractionum, & repulſionum vices serpet quodam modo, donec alicubi vi alterutra prævalente remittatur, vel trajiciatur radius.

39. Sit in Fig. 14 limes ille superficies mediorum dirimens V X: quoniam vires, quibus corpuscula luminis a medii particulis afficiuntur, non agunt ad sensum, niſi in minimis diſtantiis, concipiantur binæ superficies A B, & C D a limite V X eo intervallo remotæ, quo virium actio notabilis eſt, patet corpusculum luminis extra harum superficierum limites conſtitutum paribus omni ex parte viribus solicitari, cum extra hos terminos medium ponatur undique æquabile, & vires eædem. At ſi limites A B, & C D transgrediens venerit ad I vel *i*, jam inæquales sentiet vires, quarum discrimen aget directione iis limitibus perpendiculari. Si enim centro I intervallo, ad quod actio senſibilis extenditur, concipiatur duci sphæra, occurret ea superficiei V X alicubi in M, & N. Sit R I Q diameter sphæræ perpendicularis diametro sectionis circularis M N, per cujus centrum S tranſibit, & facta I T = I S, ductisque per I & T planis parallelis ad priores illas superficies, sphæra in segmenta quatuor tribuetur, quorum bina media K M N L,

Digitized by Google

KOPL erunt æqualia, ac reſpectu centri ſimiliter poſita, continebuntque medium homogeneum: vires ergo a punctis eorum ſegmentorum in corpuſculum I expromtæ æquales, & contrariæ ſeſe deſtruent. Similiter extrema ſegmenta MRN, OQP, vel *mqn*, *orp* futura ſunt æqualia, ſed media diverſa continebunt, atque idcirco vires diverſas exercebunt, quæ tamen conjunctim urgebunt particulam I juxta axem QIR, cum puncta medii hinc illinc circa axem ad eaſdem diſtantias diſtributa jaceant, & vires a diſtantiis pendeant. Quare etiam diſcrimen earum virium, ſiquidem adverſantes ſint, aut ſumma, ſi conſpirent, aget juxta eundem axem, adeoque perpendiculariter ad memoratas ſuperficies.

Coroll. 1. Vel me tacente intelligitur virium diſcrimen in paribus a ſuperficie VX intervallis æquale fore. Si enim IS, & *is* æquales ſint, æquabuntur etiam ſegmenta MRN, OQP ſegmentis *orp*, *mqn*, eademque erit corpuſculi poſitio, ac diſtantia comparativa, & hinc vires, earumque diſcrimen idem.

Coroll. 2. Vires ergo in limitibus AB, & CD erunt ad ſenſum nullæ; tum accreſcent & decreſcent gradatim, ita ut poſt adpulſum ad planum VX per eoſdem gradus mutentur, per quos ante adpulſum mutabantur.

40. Viribus hiſce agitata luminis particula progredietur a ſuperficie AB in

Fig. 15 ad ſuperficiem C D ductu curvilineo. Et quidem cum vires jam attrahentes, jam repellentes in minimis diſtantiis modo in unam, modo in aliam plagam dirigantur, feretur lumen per curvam admodum tortuoſam, mutantemque flexum in quovis limite virium ex omnibus compoſitarum. Tres autem evenire caſus poterunt. 1.) Poterit ſumma virium exſtinguere omnem velocitatem perpendicularem ante adpulſum ad ſuperficiem C D, lumenque reflectere. 2) Poterit eandem minuere quidem, at non totam exſtinguere. 3) Poterit eandem augere.

Coroll. 1. In caſu primo decurret corpuſculum luminis per curvam quamdam H I *h*, & regrediens ad eandem ſuperficiem A B eam ipſam habebit in puncto *h* velocitatem parallelam *g f*, quam ante; perpendicularem vero *g h* priori item æqualem, ſed contrariam: motu ergo compoſito tenebit ſemitam *h f*, ac ob æqualia triangula F G H, *f g h* angulus reflexionis *f h g* æquabitur angulo incidentiæ F H G.

Unde refractio?

Coroll. 2. In reliquis caſibus corpuſculum per curvam H I *h* in Fig. 16 ad ſuperficiem C D delatum retinebit quidem eandem velocitatem parallelam *g f*; at perpendicularem *h g* in ſecundo minorem, in tertio majorem obtinebit. Quare tranſibit in utroque caſu; ſed angulus refractus *g h f* erit ibi major, hic mi-

minor angulo incidentiæ FHG. Nam GH, & $g\ h$ ſunt tangentes complementorum GFH, $g\ f\ h$ ad radios æquales FG & $f\ g$ (461 Math.); quemadmodum igitur $g\ h$ in ſecundo caſu minor eſt, in tertio major, quam GH, ita & angulus $g\ f\ h$ illic minor, hic major eſt angulo F: proinde ejus complementum illic majus, hic minus eſſe oportebit.

Coroll. 3. Quodſi planum CO in Fig. 17 ſit aſperum, ut ſemper eſt, illa virium æqualitas locum non habet. Si tamen aſperitas illa perexigua ſit comparate ad illud actionis notabilis intervallum, virium diſcrimen vix notabitur, & anguli incidentiæ, ac reflexionis ad ſenſum æquabuntur. Si enim eo intervallo concipiatur ſphæra VRTS, habens centrum in ipſo incidentis luminis corpuſculo, ejuſque ſegmentum RTS jaceat ultra planum, agent omnia puncta medii intra illud ſegmentum conſtituta, adeoque aſperitates prominentes ſatis exiguæ comparatæ ad totam maſſam agentem, plane parvam inducent inæqualitatem, ſicut & noſtri montes terreſtres in globo oblique exploſo non turbant errore notabili motum parabolicum, in quo bina curvæ crura eandem ad ſenſum habent inclinationem ad idem planum horizontale. Contra eveniret, ſi eminentiæ etiam ad totam eam ſphæram comparatæ ingentes eſſent, quod ſit in ſuperficiebus ſenſu ipſo judice aſperis. Huc adde particulas ſpeculi eſſe hetero-

geneas, ac proinde aliarum actionem in lumen ad majus, aliarum ad minus ſpatium extendi, & hinc etiam inter eminentes multas eſſe, quæ ad minus intervallum agunt; multas item inter depreſſiores, quarum vis longius extenditur: fieri proinde mutuam quamdam compenſationem, ut in particulis temere congeſtis plerumque evenire ſolet. Igitur planum actiones earum aſperitatum terminans non eſt ita tortuoſum, & aſperum, ut ipſæ ſpeculorum ſuperficies.

Unde conſtans ſinuum ratio?

41. In quavis refractione, quæ demum cunque fuerit radii incidentis inclinatio, ſinus anguli incidentiæ ad ſinum anguli refracti conſtantem habebit in eodem medio rationem. Sit enim in Fig. 16 recta FH, ſub omni inclinatione exprimens radii incidentis velocitatem abſolutam, conſtans (4. cor. 4), exprimet FG, vel *f g* velocitatem parallelam pariter conſtantem, GH autem & *g h* velocitatem perpendicularem in punctis H & *h*. Cum igitur intra idem medium reſpectu ejuſdem radii vis ſit conſtans, differentia quadratorum velocitatis in H & *h*, quæcunque fuerint velocitates, ſemper eſt idem parallelogrammum, cujus nempe latus unum exhibet vim conſtantem, alterum diſtantiam punctorum H & *h* (P. 1. § 71 cor. 2): ergo differentia quadratorum velocitatis, ſeu $GH^2 - gh^2$ vel $gh^2 - GH^2$ eſt conſtans.

ſtans. Jam quia medium refringens nihil mutat velocitatem parallelam, erit ſemper $FG = fg$; eſt autem $FH^2 = FG^2 + GH^2$, & $fh^2 = fg^2 + gh^2$ (433 Math.): quare $FH^2 - fh^2 = (FG^2 + GH^2) - (fg^2 + gh^2)$, ſeu ob FG^2 & fg^2 æqualia, erit $FH^2 - fh^2 = GH^2 - gh^2$; cum ergo ex dictis $GH^2 - gh^2$ conſtans ſit, etiam $FH^2 - fh^2$ conſtans eſt: atqui ſub omni inclinatione FH, & hinc etiam FH^2 conſtans eſt, igitur & fh, (ſecus ſi manente FH mutaretur fh, non foret conſtans $FH^2 - fh^2$). Porro ſinus angulorum FHG, fhg ſunt in ratione reciproca rectarum FH & fh: nam ſi ſumatur go verſus h æqualis GH, & ducatur fo, erit triangulum fgo = FGH ob latera circa angulos rectos æqualia (374 Math.): eſt vero in triangulo fho ſinus anguli fog ad ſinum anguli fho, ac proinde etiam ad ſinum anguli fhg (448 Math.) ſicut $fh : fo = fh : FH$; atqui angulus fog eſt = FHG: ergo ſinus anguli FHG eſt ad ſinum anguli fhg, ut $fh : FH$, ſeu in ratione conſtante.

Coroll. 1. Quare luminis corpuſcula nullum ſentiunt impedimentum in pervadendis mediis. Si enim eorum motui medium reſiſteret, velocitas præter mutationem ex his attrahentibus, & repellentibus viribus ortam mutaretur inter ſuperficies A B & C D etiam ex ipſa illa impeditione facta contra ipſius mo-

Digitized by Google

tus directiorem, idque in ratione aliqua velocitatis ipſius. Inde autem ſequeretur in motu illo perpendiculari novum quoddam adjunctum, quo addito jam incrementum, vel decrementum quadrati velocitatis perpendicularis in ſingulis ſpatiolis conſtans non eſſet, adeoque nec eorum differentia, nec memoratorum ſinuum ratio ſemper eadem permaneret.

Coroll. 2. Ex ſuperioribus id quoque colligitur, in trajectione plurium mediorum parallelis ſuperficiebus terminatorum ſinum anguli refracti in ultimo eundem fore, qui eſſet, ſi radius e primo illico tranſiret in poſtremum. Cum enim ſinus refractionis factæ per primum medium fiat ſinus incidentiæ reſpectu ſecundi medii, & ſinus refractionis ſecundi fiat ſinus incidentiæ reſpectu tertii &c. erunt rationes ſinuum incidentiæ & refractionis ut $m:n$, $n:o$, $o:p$, $p:q$ &c. erit adeo ſinus primus incidentiæ ad ſinum ultimum refractionis ut $m:q = m\,nop : nopq$. Ponamus jam quatuor media, ſitque ſinus refractionis factæ in ultimo, ſi radius e primo immediate tranſiret ad ultimum, $= f$, oſtendi debet eſſe $q = f$. Vocentur vires quatuor illorum mediorum a, b, c, d, habebuntur in tranſitu per quatuor illa media ſpatiola parallelis A B & C D in Fig. 14 intercepta tria, in quorum primo aget differentia virium a & b, in ſecundo differentia virium b & c, in tertio differentia virium c & d; atqui hæ tres

dif-

tres differentiæ æquantur uni illi differentiæ, quæ eſt inter vim primi & ultimi medii, cum ſit $a-b+b-c+c-d = a-d$; vel $d-c+c-b+b-a=d-a$: ergo eædem ſunt vires agentes, ſive radius transeat per quatuor illa media, ſive e primo immediate transeat in ultimum; cumque spatiolum inter A B & C D interceptum a vi agente determinetur, idem erit etiam illud spatiolum in utroque caſu; atqui vis ducta in spatiolum exhibet quadratum velocitatis (P. 1. 77): ergo idem erit in utroque caſu quadratum velocitatis, adeoque in Fig. 16 idem erit hg^2, & hinc etiam idem erit hg, adeoque ob gf conſtantem etiam idem erit hf, adeoque $q=f$ (41).

Coroll. 3. Hinc ratio ſinus incidentiæ ad ſinum anguli refracti in tranſitu ex uno medio in aliud eſt compoſita ex rationibus omnibus ſinuum in tranſitu per quotcunque media inter duo illa interpoſita.

Scholion. Atque ita habemus denique præcipua reflexionis, ac refractionis phænomena ex noſtra virium theoria explicata. At supereſt etiamnum quæſtio multo difficillima, undenam fiat, ut interdum totus ille motus perpendicularis exſtinguatur, alias minuatur, vel augeatur etiam. Ratio repeti certe non poteſt e corpusculorum radium eundem componentium diversa natura, quorum alia in iisdem spatii punctis agantur vi

compoſita retro verſus AB, alia vi eandem in partem minore, alia denique vi verſus C D urgente. Nam ex iisdem illis particulis, quæ reflectuntur, ſi rurſus in ſimilem ſuperficiem ſatis diſtantem incurrant ſub eorum angulo, aliquæ reflectuntur iterum, aliquæ transmittuntur. Hinc eadem particula ſub uno eodemque angulo jam reflectitur, jam transmittitur: quare diſcrimen a particularum natura repeti haud poteſt. Patet ergo cauſſam pendere ex alterno illo vicium facilioris reflexionis, & transmiſſionis reditu, qua de re infra diſſeremus.

CAPUT VIII.

Explicatur ſtaminum varietas, & radiorum Diffractio.

Unde ſtaminum varietas?

42. Diſſimilitudo ſtaminum, quibus radii ſolares conſtant, ſeu diverſa refrangibilitas pendere imprimis poteſt e diverſa particularum velocitate. Ponatur enim velocitas in una particula major, in altera minor; deveniant ambæ ad medium magis refringens ſub angulo admodum parvo RMA in Fig. 18 altera cum velocitate majore RM, altera cum

mi-

Digitized by Google

minore FM, at vires in utramque ſint eædem: erit velocitas perpendicularis, quam ambæ acqirent, eadem $h\,g$. Cum per actionem medii velocitas parallela non mutetur, fiat $g\,r = R\,M$, & $g\,f = F\,M$, emerget particula velocior ad punctum r, lentior ad punctum f, eritque angulus $g\,h\,r > g\,h\,f$: quare cum ob angulum inclinationis R A M valde exiguum angulus incidentiæ, qui fit ab R M & perpendiculo in M erigendo, ſit ingens, ad hunc magis accedet angulus refractus $g\,h\,r$, quam angulus $g\,h\,f$, hoc eſt particula velocior minus mutabit per refractionem ſinum incidentiæ, quam particula lentior. Ad hæc $h\,r^2 = h\,g^2 + g\,r^2$, & $h\,f^2 = h\,g^2 + g\,f^2$ (433 Math.): ergo $h\,r^2 - h\,f^2 = h\,g^2 + g\,r^2 - h\,g - g\,f^2 = g\,r^2 - g\,f^2$, id eſt, diſcrimen quadratorum velocitatum idem eſt poſt refractionem, quod ante fuit; idque ſub quacunque incidentiæ inclinatione: nam ſingularum velocitas in quavis obliquitate æque mutatur, & in iiſdem mediis conſtans eſt, quæcunque fuerit celeritas, quacum advenerunt.

43. Eadem etiam oriri poteſt e varia particularum natura, e qua diverſa conſurgat virium ſumma. Si enim manente velocitate mutentur vires, mutabitur $h\,g$ manente $g\,r$, & ubi $h\,g$ fuerit minor, illic angulus $g\,h\,r$ evadet major, & contra. Quare magis mutabitur ratio ſinus anguli incidentiæ, ubi vires fuerint for-

tiores, ſeu angulus refractus magis diſcrepabit ab angulo incidentiæ.

Coroll. 1. Hic quoque diſcrimen celeritatis poſt ingreſſum idem eſt in quavis radii ſubeuntis obliquitate; cum ſingularum particularum velocitates in iiſdem mediis eædem perſtent: quadrata tamen celeritatum, quæ ante ingreſſum æqualia ponebantur, poſt egreſſum different.

Coroll. 2. Ratio ergo ſinuum incidentiæ, & refractionis magis mutatur, ſi vel celeritas ponatur minor, vel vires fortiores. Hinc ſtamina magis refrangibilia vel lentius ferri, vel fortiore vi urgeri a medio neceſſe eſt.

44. Ineſt reapse in ſtaminibus diſſimilibus diversa celeritas. Si enim ante ingreſſum celeritas omnium æqualis foret, jam in ipſo medio fieret inæqualis, cum celeritas præcedens ſit ad ſequentem in ratione reciproca ſinuum incidentiæ, & refractionis (41), & hæc ratio in diverſis ſtaminibus conſtanter diversa ſit. Cum ergo non poſſint velocitates ſemper perſeverare æquales, probabile eſt, neque prius fuiſſe æquales.

45. Ineſt præterea in iiſdem diversa natura. Si enim in idem medium incidant duo diſſimilia ſtamina ſub exigua inclinatione cum velocitatibus R M & F M, ſeu *g r* & *g f*, erunt eæ velocitates ut tangentes angulorum *g b r*, & *g b f*; cum ergo ſinus horum angulorum ne in extremis quidem ſtaminibus, rubeo ſcilicet ac violaceo, magis differant.

Digitized by Google

rant, quam $\frac{1}{77}$ parte ſinus ſtaminis rubei, etiam tangentes, adeoque etiam celeritates parum differunt: nihilominus intervalla vicium fere duplo differunt, quod tantum discrimen cum nequeat proficiſci a discrimine celeritatum, proficiſci debet a diversa natura ſtaminum. Ad hæc ſi memorata duo ſtamina sub exigua illa inclinatione ex eodem medio in diversa ſucceſſive incidant, ratio tangentium *g r* & *g f* ſemper eſt conſtans, ea ſcilicet, quæ erat celeritatum ante refractionem, ſi ſtamina præter celeritates nulla re differant; atqui hoc repugnat experientiæ; eadem enim incidentiæ obliquitate poſita ſinus angulorum refractorum ſemper eandem obtinent rationem, ſcilicet in extremis ſtaminibus ut 77 : 78 : & e trigonometria conſtat in angulis paulo majoribus longe alia lege mutari rationem tangentium, quam ſinuum; hinc ſi prima conſtans eſſet utcunque mutatis mediis, ſecunda conſtans eſſe non poſſet. Quare neceſſe eſt non in ſolis velocitatibus, ſed in ipſa etiam indole particularum discrimen aliquod ineſſe.

Coroll. 1. Quoniam ea ſtaminum indoles conſtanter diversa eſt, & insuper diversa celeritas, nihil mirum, ſi radii diſſimiles in oculo conſtanter diversam efficiant impreſſionem.

Coroll. 2. Cum ex adverso experimentis compertum ſit ſtamina ejusdem coloris in eodem medio conſtanter eandem

pati refractionem, ſive ea promanent a ſtellis fixis, ſive a ſole, ſive a quocunque igne alio, palam eſt omnia omnino ejusdem coloris ſtamina eadem velocitate, & particularum indole eſſe prædita; cum plane non ſit veriſimile diversam celeritatem a diversa vi medii refringentis ita ſemper accurate compenſari, ut ea compenſatione refractio eadem progignatur.

Scholion. In quo autem ſita ſit hæc diversa in diſſimilibus ſtaminibus corpusculorum indoles, id vero divinare non libet: cum enim pendere poſſit tum ex eorundem magnitudine, tum ex diverſo punctorum, quibus conſtant, numero, ac multo magis e diversa eorum diſtributione, opinor non poſſe probabiliter definiri, undenam potiſſimum proficiſcatur. Satis ſit oſtendiſſe earum particularum & velocitates, & vires discrepantes eſſe, atque hinc omnem ſtaminum diſſimilitudinem fluere.

Unde luminis diffractio?

46. Diffractio, vel inflexio luminis eſt quædam velut inchoata refractio, & reflexio. Quum enim radius defertur ad eam ab acie corporum diſtantiam, quæ inæqualitatem virium inducat, continuo incurvat viam vel accedendo, vel recedendo. Quodſi illic ſuperficies ſatis eſſet ampla, tum lux prætergrediens aut reflecteretur, aut in laminam ingreſſa refringeretur. At quia ſuperficies in aciem

de-

Digitized by Google

deſinit, progreditur quidem evitando ipſam aciem, & prætervolat; verum ex illo intervallo egreſſa curſum poſtremo loco acquiſitum conſervat. Cumque illa virium inæqualitas in heterogeneis ſtaminibus diverſa ſit, neceſſe eſt etiam eorundem flexus diverſos eſſe, & radium integrum in diverſas coloratas faſcias veluti findi, ac diſtrahi.

Scholion. Qui hanc radiorum inflexionem repetunt a refractione, quæ fiat in atmoſphæra quadam tenues ejuſmodi acies ambiente, nunquam mihi videntur hæc phænomena ſedulo expendiſſe; iis enim refellendis vel id ſufficit, quod in quavis refractione directiones cujuslibet ſtaminis ingredientis & egredientis parallelæ ſint, hic autem plurimum divergant.

CAPUT IX.

Explicantur vices facilioris reflexionis, & tranſmiſſionis.

Refellitur Newtoni ſuſpicio.

47. Cauſſam harum vicium Newtonus ſuſpicatus fuit ſitam eſſe in medii mutatione, cum videret a diverſa corpuſculorum lumen componentium natura repeti non poſſe (41 sch.). Sic autem ſcri-

ſcribit L. 2. Opt. P. 3. prop. 12. „ Qui
„ hoc in animum suum inducere non
„ poſſunt, ut quicquam novi, aut re-
„ cens inventi accipiant, quod ne-
„ queant continuo hypotheſi aliqua ex-
„ plicare, his in præsentia illud qui-
„ dem ſibi fingere licebit. Ut lapides
„ in aquam incidentes excitant in aqua
„ motum quemdam undulantem; & cor-
„ pora omnia percuſſu ſuo vibrationes
„ cient in aere: ita radios luminis im-
„ pingendo se in superficiem quamlibet
„ refringentem, vel reflectentem exci-
„ tare vibrationes quasdam in medio,
„ ſive subſtantia refringente, vel refle-
„ ctente, easque excitando agitare uti-
„ que partes solidas corporis refringen-
„ tis, eoque pacto efficere, ut corpus
„ id quodam modo incalescat. Porro vi-
„ brationes hoc modo excitatas propa-
„ gari inde in medio, ſive subſtantia
„ refringente, vel reflectente, eodem
„ fere modo, ac vibrationes ad efficien-
„ dum sonum propagantur in aere, mo-
„ verique eas velocius utique, quam ip-
„ sos radios, adeo ut illos antevertant.
„ Cumque radius aliquis ſit in ea vide-
„ licet vibrationis parte, quæ cum mo-
„ tu suo conſpiret, tum eum per su-
„ perficiem refringentem facile trans-
„ mitti: cum autem ſit in contraria vi-
„ brationis parte, quæ scilicet motui
„ suo obſiſtat, tum eum facile reflecti:
„ & consequenter radium unumquem-
„ que ita eſſe comparatum, ut, vibra-
„ tio-

„ tionibus ſingulis eum prævertentibus, „ reflectatur is facilius vel facilius tran„ ſmittatur, vicibus alternis. Verum „ utrum hæc hypotheſis vera ſit, nec „ ne, in id, inquam, ego hic non in„ quiro „.

48. Verum adverſus hanc explicandi rationem tria opponit Boſcovichius. 1) Dum ad eandem laminam refringentem radius albus integer defertur, ſtamina alia reflectuntur, alia trajiciuntur pro diverſa laminæ craſſitudine: igitur alia sunt in vice facilioris reflexionis, alia in vice facilioris transmiſſionis, & tamen omnia easdem inveniunt medii vibrationes. 2) Eodem tempore perveniunt ad medium diverſa lucis fila, quæ diverſa habent vicium intervalla, & tamen medii vibratio non poteſt eſſe eodem tempore, eodemque in loco, niſi unica. 3) Si oſcillationes ejusmodi fiant in particulis medii perquam exiguis, minimasque habeant excurſiones, vis, qua corpuſculum luminis a medio illo agitatur, non multum mutabitur: ſphæra enim univerſam materiam notabili actione agentem complectens ſpectanda eſt. Si excurſiones majores sunt, jam in iisdem a ſuperficie diſtantiis longe aliæ erunt vires in ea directione, cui reſpondet excurſio vibrationis, quam in ea, ubi duarum fibrarum vibrantium arcus ſeſe contingunt, quod theoriam omnem evertit, efficitque talem radiorum diſperſionem, qualis e ſcabra ſuperficie ra-

ſcitur. Quare ſiqua mutatio in medio accidit, ea adeo exigua eſt comparate ad memoratam ſphæram, ut vires in datis diſtantiis nihil immutet. Unde mutatio petenda eſt ab ipsa potius corpusculorum, quam medii mutatione, quam nunc exponemus.

Explicatur vicium harum origo.

49. Dum particula luminis e maſſa lucente effunditur, fieri non poteſt, ut omnia ejus puncta eandem acquirant pernicitatem, cum a punctis repellentibus non æque diſtent omnia, quemadmodum ante adnotavimus (37. sch.). Debent ergo quædam lentius, quædam celerius progredi, quæ poſtrema relictis prioribus prætervolarent, niſi vires mutuæ, ac adſtringentes lentioribus acceleratis eadem retardarent. Quare in ejusmodi corpusculo neceſſe eſt oscillationem quampiam exſiſtere, qua id jam contrahatur, jam alternis diſtrahatur: cumque progrediendo per medium homogeneum inæqualitas summæ actionum in punctis ſingulis debeat ad sensum eſſe nulla (37), durabit ea oscillatio per tale medium, quæ licet exigua ſit, ubi nexus punctorum eſt validus, erit tamen semper aliqua, ac interdum non omnino minima, inque particulis textura discrepantibus diversa.

50 In alterna hac oscillatione debent haberi limites quidam maximæ contractionis, & maximæ disjunctionis, in quibus

bus aliquamdiu perdurabitur, motu reliquo in poſitionibus intermediis celerrime paracto, ſicuti videmus pendulo alternis excurrente pondus in extremis arcubus veluti inſiſtere, in locis autem ceteris magna velocitate prætergredi; quæ tum mora, tum celeritas in viribus a gravitate diverſis multo etiam major eſſe poteſt. Jam vero corpusculum luminis ſic oscillans deveniet ad medium duorum illorum limitum, in quibus moram diuturniorem fore diximus, poſt æqualia temporum intervalla, ut æque diuturnæ sunt æquales ejusdem penduli oscillationes. Cum ergo lux progreditur per medium homogeneum, recurrunt binæ illæ diſpoſitiones æquis intervallis, pendentibus a conſtanti celeritate particularum, & a conſtanti tempore, quo earum oscillatio abſolvitur.

51. Quum luminis corpusculum eum in modum oscillando devenit ad medium refringens, in binis illis diſpoſitionibus, summa virium, quibus in eadem diſtantia a quavis medii particula attrahetur, vel repelletur, multum diversa futura eſt, eo majori discrimine, quo propius acceſſerit ad particulam attrahentem, vel repellentem. Hinc exſiſtet diſſimilis quoque summa omnium virium, quibus in diverſis illis diſpoſitionibus conſtitutum agitabitur.

52. Ex his vices illæ alternæ, quas explicandas hoc loco suscepimus, ultro consequuntur. Concipiamus enim corpuscula

ſcula homogenea luminis conſtanter affluere ad ſuperficiem duo media heterogenea, e. g. aerem, ac vitrum diſcriminantem. Maxima eorum pars adveniet in alterutra binarum illarum diſpoſitionum diuturniorum, aut certe in ipſarum vicinitate; contra pauciſſima adpellent cum diſpoſitione ab utroque illo limite valde remota: & hæc quidem poſtrema mutabunt ſuas diſpoſitiones in progreſſu inter duo plana virium efficacitatem terminantia, ut adeo in iiſdem ab utrovis plano diſtantiis vires ad diverſa corpuſcula pertinentes ſint futuræ admodum diſſimiles. Quare illa, quæ regredientur, non recuperabunt eandem ad ſenſum velocitatem perpendicularem, quam in acceſſu habebant, & hinc non habebunt angulum reflexionis æqualem angulo incidentiæ. Similiter quæ trajicientur aliam virium ſummam tranſeundo experta admodum diverſa habebunt celeritatum perpendicularium incrementa, vel decrementa, adeoque ſine lege refracta diſpergentur.

At ea, quæ cum binis illis extremis diſpoſitionibus adveniunt, quæque longe plura eſſe diximus, habebunt duo virium genera, quarum ſingula pertinebunt conſtanter ad claſſes ſingulas, atque adeo cum uno eorum in continenti itineris flexu facilius pervenient ad poſitionem planis memoratis parallelam, ſive ad velocitatis perpendicularis exſtinctionem; cum altero difficilius: quare habebuntur

in

in binis illis contrariis diſpoſitionibus binæ vices, altera ſcilicet facilioris reditus, altera facilioris tranſitus, quæ vices recurrent poſt æqua ſpatiorum intervalla, ita ut ſumma facilitas in ſumma corpuſculi contractione, vel disjunctione ſita ſit, a qua quæ in adpulſu magis, vel minus abſunt, plus, vel minus de facilitate illa participent, qui ipſe acceſſus major, vel minor ad binas eas diſpoſitions pedetentim ſit, & a Benvenuto exhibetur per curvam quamdam continuam, hinc & illinc circa axem ſimiliter excurrentem, e qua & cetera vicium conſectaria fluunt.

Coroll. 1. E radiis itaque etiam homogeneis ad eandem ſuperficiem delatis alii facilius reflectuntur, alii facilius trajiciuntur, prout nimirum advenerint in alterutra e binis illis diſpoſitionibus: & quia ii ipſi, qui cum eadem diſpoſitione advenerint, non omnes ſunt prorſus in ſumma illa contractione, vel diſiunctione, fieri utique poteſt, ut ratio radiorum reflexorum ad transmiſſos pro mediorum varietate, & incidentiæ inclinatione varia ſit. Ubi enim minor eſt virium inæqualitas, vel celeritas perpendicularis exſtinguenda major, non reflectentur niſi ea corpuſcula, quæ advenerint cum diſpoſitione extremis illis proxima, ac proinde multo pauciora, quam ſi vel virium major inæqualitas, vel celeritas perpendicularis minor haberetur: unde etiam experimur eo majorem reflecti lu-

cis

cis copiam, quo majus eſt mediorum diſcrimen, vel major incidentiæ obliquitas.

Coroll. 2. Diſpoſitiones id genus maximæ contractionis, vel disjunctionis plurimis vicibus redibunt interea, dum luminis corpusculum in Fig. 14 a plano AB pervenit ad CD. Nam vires, quæ in diffractione radium inflectunt, ad sensum extenduntur ad $\frac{1}{800}$ ejus intervalli partem, intra cujus $\frac{1}{89000}$ portionem sæpe mutantur vices.

Coroll. 3. Quoniam corpusculo luminis ad plana AB, & CD progrediente vires, quibus a ſingulis medii punctis afficitur, jam attrahentes, jam repellentes sunt, etiam discrimen virium, quibus in illud agunt heterogeneorum mediorum puncta, jam dirigitur ad planum AB, jam ad planum CD: ac sæpe evenit in utriusque generis corpusculis, hoc eſt, tum in contractis, tum in diductis, ut velocitas perpendicularis GH augeatur, sæpe ut minuatur, ac prope exſtinguatur.

Coroll. 4. Quod ſtamina diſſimilia habeant diversa vicium intervalla, id quidem mirum eſſe non debet, cum hoc & inæqualitas velocitatum, & heterogeneus particularum textus requirat. Quod ejusdem generis corpuscula in diverſis me-

diis

diis diversa item habeant intervalla, id quoque ultro sequitur e diversa celeritate, quam in iis obtinent poſt refractionem.

CAPUT X.

De Pelluciditate, & Opacitate corporum.

Unde corporum Pelluciditas?

53. Si corporum textura, quantum attinet ad vires in lumen agentes, ſit homogenea, nec partes majoribus intervallis diſſocientur, ea erunt hoc ipſo pellucida: nam radii in eadem illapſi nullis refractionibus, aut reflexionibus internis impediti libere commeabunt.

Coroll. Non ergo sola pororum rectis in omnem partem ductibus pertinentium diſpoſitio corpus pellucidum efficit; canales enim id genus recti in quovis corpore etiam opaciſſimo adsunt. Sane radius de vitro in aerem valde oblique incidens fere totus reflectitur, idem tamen, ſi minus oblique cadat, trajicitur, & ubi in aerem delatus redit, illic, ſi in aquam incidat, tranſit. Vidimus præterea, ab eodem prismate reflecti fere omnes radios ceruleos, dum rubei plerique trajiciebantur: an ergo his meatus patebant, non item illis? An vitra con-

juncta in profunditatibus 0, 2, 4, 6 &c. meatus habent liberos, in profunditatibus autem 1, 3, 5, 7 &c. impeditos? Conf. §. 16.

Scholion. Hac de cauſſa corpora eſſe pellucentia plurimis argumentis probari poteſt: pauca ſuggeremus. 1). Ex hactenus diſputatis luculenter adparet ſola diſſimilitudine particularum corpora componentium induci virium inæqualitatem, ſine qua liber, ac rectilineus luminis motus nullum omnino habet impedimentum. 2) Impleatur phiala vitrea pellucida ad usque dimidium aqua puriſſima, adfundatur deinde leniſſime tantundem ſpiritus terebinthinæ, & os vitri claudatur. Antequam duo hi liquores agitatione permiſceantur, ambo manebunt pellucidi; cum vero agitata phiala confunduntur, aqua innumeris ejus ſpiritus globulis intercepta opacatur, coloremque ſubalbum remittit: partes enim mixti evadunt heterogeneæ, ac idcirco lumen intra ipſum innumeras reflexionum, ac refractionum ambages ſubire cogitur, & veluti perditur. Eadem de cauſſa aqua ſuo lapſu, aut molarum rotis concuſſa pellucere deſinit, cum aer in guttulas inductus partes reddat multum heterogeneas; charta contra oleo imbuta multum lucis transmittit, quia ſcilicet ejus poros aere excuſſo ſubit liquor ad chartæ denſitatem ac proinde ad virium æquabilitatem magis accedens. 3) Conteratur nux gallæ alba, & adfuſa aqua puriſſi-

ma

ma ſolvatur, tum solutio per bibulam chartam transmiſſa depurgetur. Diſſolvatur item nonnihil vitrioli martis in aqua frigida, & solutio in vitro conquieſcat horis 24. Si duo hi liquores seorſim limpidi, & colore omni deſtituti permisceantur, gignent liquorem opacum, aterrimum, cui ſi paululum aquæ fortis adfundatur, traslucebit ut ante. Vitriolum nempe continet partes ferrugineas, quæ cum solæ in aqua clara innatant, lucis transmiſſioni haud multum officiunt, cum conſtent laminis admodum tenuibus radiorum trajectioni aptis: poſtquam autem gummoſis gallarum particulis uniuntur, laminas cum iisdem efficiunt craſſiores, inter se diſſimiles, in quibus radii exſtinguuntur. Porro adfusa aqua fortis concretas illas laminas velut incidit, parteſque vitrioli a partibus gallæ separat. Eandem ob rem sol, & luna trans nebulas, aut craſſos vapores colorem præferunt rubeum; radiis enim debilioribus diſtortis, soli rubentes, utpote fortiſſimi, & flavorum quidam trajiciuntur.

Unde Opacitas?

54. Si laminarum corpora componentium textus ſit heterogeneus, ac majoribus intervallis interceptus, radii perpetuis erroribus detorti, perduntur, & corpora opaca sunt, id quod e superioribus eſt perſpicuum.

Scholion. Sunt nihilominus innumera alia aſſertioni huic confirmandæ idonea. Imprimis

primis enim in plerisque opacis corporibus, ut sunt plantæ, oſſa, lapides &c. textura inæquabilis satis manifeſte cernitur: laminæ autem tenuiores omnium omnino corporum, ipſius adeo auri, pellucentes sunt. Deinde complura occurrunt corpora, quæ poris aliorum interjecta, & vi refringendi ad ea magis accedentia, eadem ex opacis pellucida efficiunt, ut de oleo chartæ interjectus explente supra diximus; cum oleo enim multo magis inæqualiter agunt particulæ chartæ in lucem, quam agerent, ſi soli aeri, aut spatiis vacuis eſſent intermixtæ: contrarius autem utique effectus debere provenire, ſi corpora propter solum pororum directe jacentium defectum opacarentur. Universe corpora opaca tenuia, ſi liquoribus imbuantur, qui vi refringendi minus ab iisdem discrepant, aliquantum pellucent. Denique corpora natura sua pellucentia, ut vitrum, in exiguas particulas sola contuſione redacta, vel inductis sulcis plurimis exasperata, propter diſſimilitudinem figuræ particularum, & intermixti aeris inæquabilitatem evadunt opaca, quemadmodum & ipsa aqua, dum in glaciem, spumam, nubem, aut nebulas cogitur, bullis aeris innumeris interrupta lucem transmittere deſinit. Oleum item natura sua non multum opacum dum conglaciat, & in grumulos quosdam concrescit, in quibus interjecta spatia manifeſta sunt, minus pellucet.

Ad

Ad hæc multa corpora vi caloris liquefacta pellucida fiunt, concreta vero rursus opacantur, ut experimur in cera: minima enim eorum corpuscula lucem refringentia minus spatium occupant, quam antea, adeoque inania intervalla, aut materia quadam heterogenea explenda relinquunt, quæ illegitimas reflexiones, & refractiones pariat, unde corpora opaca reddi in confeſſo eſt; cum enim in quovis tranſitu per superficiem media heterogenea separantem pars luminis reflecti, pars refringi debeat, idque pendeat a superficierum poſitione, quæ in corpusculis heterogeneis versus omnem plagam ſine certa lege diriguntur, totum id lumen varie dispergi debet, & vel errore diuturno, ac fere perpetuo per ipsa corporis viscera evagari, vel innumeris viis quaquaversus prodire; quo tamen in casu multo major copia prodibit ex illa parte, qua radii ingreſſi fuerunt: nam quo altius intra corpus descenditur, eo minus debet adeſſe luminis, cum disperſis semper quaquaversus radiis pars introrsum progreſſa aliqua rursus sui parte regrediatur, pars autem e prima superficie erumpens tota reflectatur. Ad augendam vero corporum opacitatem & illud facit, quod conſtet ex annulis illic coloratis intra bina vitra efformatis reflexiones corporum tenuium multo eſſe fortiores, quam paulo craſſiorum, quæ tamen tenuitas, uti & meatus partibus interjecti minui non debent ultra certos

limites, nempe minores ſint oportet, quam viginti intervalla vicium; majores, quam unum intervallum: corpora enim opaciſſima pellucent, ſi ad ſummam tenuitatem redigantur, ut videmus in metallis menſtruo diſſolutis, & in vertice bullæ aqueæ (21): hinc aquæ, ſalia, lapides complures, ac vitrâ pellucent; nam partes horum corporum, iisque intercepta spatia minora sunt, quam quæ reflexioni in communibus ſuis ſuperficiebus efficiendæ ſufficiant.

CAPUT XI.

De nativis corporum Coloribus.

Quæ colorum origo?

55. Colores nativi coporum oriuntur a tenuibus, ac pellucentibus eorundem laminis, quæ pro varia craſſitudine certi coloris radios copioſiſſime reflectant, reliquos maxima ex parte transmittant. Corpora enim omnia non aliud ſunt, quam minutarum id genus laminarum coagmentationes: quare color eorundem pendet a radiis, quos laminæ hujuſmodi remittunt; hæ porro, uti hactenus explicatum eſt, radium compoſitum veluti disſuunt, ac ſeparant, certique generis ſtamina reflectunt transmiſſis ceteris.

Ex-

Digitized by Google

Explicantur eorum phænomena.

Scholion. 1. At sunt innumerabilia experimenta, quibus theorema iſtuc demonſtretur: pauca instituto noſtro promemus. 1) Si intra ſtamina colores diverſos referentia collocentur corpora variis imbuta coloribus, quodvis in eo ſtamine, quod ſit ſui coloris, clarissimum, & maxime illuſtre adparebit. Quum ſtamina prismate ſeparata lentis ope iterum uniuntur, candorem, ut diximus, exhibebunt; in quo ſi ponatur cinnabaris, rubebit, quemadmodum sub cœlo aperto solet. Si ante lentem intercipiantur radii virides, & cerulei, magis rubebit; ſi rubei arceantur, viridis vel flava adparebit, prout hæc, vel illa radiorum genera in eam copioſius inciderint. In eodem candore aurum more conſueto fulget; at certo ſtaminum flavorum numero intercepto argenti inſtar albescit. Ibidem ligni nephritici infuſio lumine reflexo cerulea, trasmiſſo subrubra conspicitur, ut sub aperto cœlo; sed interruptis ſtaminibus ceruleis perdit colorem illum reflexum, retinet transmiſſum, qui fit aliquanto etiam vivacior; excluſis contra rubeis, aureisque radiis amittit colorem transmiſſum, servat reflexum, qui evadit nonnihil productior, & plenior. 2) Corpora colorata nequeunt, ut probatum eſt, reflexione sua colorem ſtaminum immutare (11): ergo non posſunt alia de cauſſa colorata aparere, quam quod radios illos reflectant, qui vel sua natura eum colorem habent vel ali-

aliqua sui permiſtione illum progignere debent. In explorandis autem coloribus quiddam obſervandum eſſe monet Newtonus. Dum colorata corpora in ſtamine quopiam collocantur, sedulo curandum erit, ut id ſit ſatis homogeneum; aliter enim tertius quidam color enaſcetur. Sic minium ſtamini communi viridi expoſitum flavum colorem, aut inter hunc, & viridem medium refert, prout ſtamen illud fuerit magis, minusve compoſitum.

3) Radii tam reflexi, quam refracti eaſdem prorsus habent proprietates, quas directi a corpore lucente venientes; eademquippe lege propagantur, reflectuntur, refringuntur: ergo reflexi, refractive radii iidem plane ſunt, qui directi, conſtantque ſtaminibus heterogeneis diversam colorum ſenſionem excitantibus: horum autem ſtaminum ſeparatio, ac proinde etiam color corporum sola particularum, quibus conſtant, varietate effici poteſt; eſt enim inter eas, & tenues, de quibus antea ſermonem habuimus, laminas luculenta ſimilitudo. Plumæ certe avium, & caudæ pavonum una eademque parte pro varia oculi poſitione diverſos colores offerunt, ut lamella illa aerea vitris interclusa: unde colores plumarum oriuntur a minutis pilis, qui earundem fibris accreſcunt, quemadmodum in telis quoque aranearum, & in textu filorum ſericorum cernimus. Sed & illud eam ſimilitudinem vehementer confirmat, quod hebetetur color pannorum, vel la-

na-

narum ſi aqua, vel oleo imbuantur, prorſus ut in laminis illis uſuvenit (18). Huc demum & illud facit, quod liquorum diſſimilium permiſtione colores multiformes exoriantur; hæc enim idcirco eveniunt, quia ſalium corpuſcula, quæ in uno inſunt, varie agunt in coloratas alterius lamellas, eaſdem incidendo, attenuando, vel cum iis concreſcendo. Si in ſpiritu vini frigido folia roſarum paucis minutis relinquantur, ita ut colorem ex iis non trahat notabilem, adjecta deinde una alterave gutta aquæ fortis, aut ſpiritus nitri, ſubito acquirit colorem roſeum oculis amœnum: guttis iiſdem inſtillatis cerulea ſolſequii tinctura colorem igneum induit: ſirupus item violarum additione olei tartari vireſcit, rubet autem ab aqua forti. Solutio vitrioli colorem marinum dilutum præ ſe ferens adfuſo ſpiritu volatili ſalis ammoniaci colorem ceruleum nitidum conſequitur, qui ſuperfuſa aqua forti priſtino mutabitur. Aqua ſublimi corroſivo ſaturata adjectione olei tartari per deliquium ferri rubiginem colore refert; adjuncto ſpiritu volatili ſalis ammoniaci lactis inſtar albeſcit; aqua forti ſuperfuſa fit, ut ante, pellucens. Cauſſa, uti diximus, horum in eo ſita eſt, quod unus liquor partes alterius penetrando attenuet, vel contra ſuas particulas copulando craſſiores reddat. Sane veriſimile eſt ſpiritu acido nitri dividi corpuſcula ſirupi: oleum tartari iiſdem copulari; corroſivum ſubli-

maturum cum oleo tartari, aut cum ſpiritu volatili ſalis ammoniaci concreſcere, laminasque craſſiores componere, quas adfusa aqua fortis iterum incidat, & extenuet.

Eodem ex fonte proficiſcitur, quod colores quidam ſolaribus radiis expoſiti hebescant: partes videlicet minimæ ſtamina ſeparantes calore immutantur, quod ipsum in cancrorum cruſtis vi ignis effici observamus. Poſſunt præterea vario caloris gradu olea, ac ſulfura exaltari, atque in corporum ſuperficie magis, minusve diffundi, quo etiam pacto colores in floribus, fructibusque ad maturitatem accedentibus ſenſim variantur. Hanc naturæ agendi rationem arte quoque imitari poſſumus. Si bismuthi ſolutione, quæ facta ſit per $2\frac{1}{2}$ partes aquæ fortis cum parte ſalis una, charta alba imbuatur, ea exſiccata candorem retinebit; at igni admota virescet. Cum enim hæc ſolutio in intimas chartæ cavernas ſe inſinuet, videri nequit, niſi actione ignis inde propulsa comminuatur, & ſe in ſuperficie diffundat. Sed multo evidentius comprobabitur noſtra hæc ſententia e consectariis, quæ nunc adferemus.

Coroll. 1. In pellucentibus coloratis liquoribus ſæpe creſcente maſſa color variatur. Sic vinum rubrum vitro inverſi coni formam habente contentum, ac inter lucem, oculumque poſitum prope fundum, ubi eſt tenuius, colorem flavum pallidum, ac languidum exhibet; paulo ſu-

ſupra aureum; tum rubeum, ac ubi craſſiſſimum eſt, rubrum valde profundum: Vinum enim illud radios violaceos, ac indicos facile intercipit; ceruleos difficilius; tum virides, ac imprimis rubeos difficillime. Quodſi ergo ejus craſſitudo ea tantum ſit, qua ſtaminum violaceorum, & indicorum pleraque, ceterorum perpauca intercludantur, tum ex reliquis transmiſſis color quidam flavus pallens componitur: creſcente craſſitudine cum plurima jam cerulea, & quædam viridia arceantur, naſcitur color aureus: eadem deinceps iterum creſcente & plurima viridia, & non pauca flava intercipiuntur, atque hinc ruber color exſiſtit, qui multum deinceps increſcit radiis flavis, aureisque excluſis.

Coroll. 2. Duo liquores probe colorati tametſi ſeorſim ſint pellucidi, confuſi tamen fiunt opaci. Si enim per eorum unum certa ſolum ſtamina e. g. rubra trajiciantur, per alterum ſola e. g. cerulea, utique per utrumque ſimul nulla transmittentur.

Coroll. 3. Dum corpora certi coloris radios reflectunt, & unum copioſius transmittunt, reliquos intra ſe veluti ſuffocant. Sic tenuis auri bractea inter oculum, & lucem poſita ceruleum, aut viridem præbet colorem: aurum ergo ſolidum absorbet ſtamina cerulea, eaque variis ambagibus aliquamdiu errantia tandem exſtinguit, flava vero reflectit, id quod experiri licet etiam in ligni ne-

phritici infuſione, cui alium conciliant colorem radii directi, alium reflexi. Sæpe tamen corpora utrisque a radiis colorem eundem mutuantur, ſi nempe ſtamen ejus coloris reflectatur a poſteriore eorum superficie, aut ab aere tergum ambiente: atque hinc eſt, quod reflexus hic color diminui possit, & fortaſſe tolli etiam augendo corporis craſſitudinem, & a tergo pice inducendo ad prohibendam superficiei poſterioris reflexionem, ut lux ab ipſis corporis particulis reflexa nativum ejus colorem prodat.

Coroll. 4. Corporum plerorumque colores pro quavis oculi inclinatione fere manent iidem: nam tenues eorum particulæ longe denſiores sunt, quam circumjectum fluidum; quare in iis fit fortis refractio ad perpendiculum, ac via intra ejusmodi lamellas decursa parum discrepat ab ipso perpendiculo, cum in quovis rectangulo triangulo ratio inter baſim, ac latus intercedens plurimum accedat ad rationem æqualitatis, ſi angulus iisdem comprehensus non ſit nimis magnus: ſi ergo præterea lamellæ ſint ita subtiles, ut pauciſſima capiant vicium intervalla, qua demum cunque inclinatione advenerint radii, numerus intervallorum dimidio intervallo haud mutabitur, coloresque fere iidem reflectentur, vel transmittentur, qui sub quavis alia incidentia; ac proinde permanens erit color corporis e talibus particulis coalescentis. Sin autem lamellæ fluido ambiente rario-

riores ſint, refractio fit recedendo a perpendiculo; unde pro inclinationum varietate plurimum variabitur longitudo itineris intra particulam, ſicut & vicium intervalla, ac numeri: hinc diverſi colores exhibebuntur pro diversa oculi inclinatione, ut in columbarum collo experimur. Universe autem ubi colores conſtantes sunt, ibi laminæ compactæ e particulis magna vi pollentibus debent amplioribus intervallis eſſe interceptæ; ubi contra mutabiles sunt, ut in pavonum cauda, vel particulæ debent minore efficacia eſſe præditæ, minusque densæ (quam ob cauſſam ejusmodi plumæ admodum leves sunt), vel certe exiguis spatiis sejugatæ.

Coroll. 5. Si nihil luminis prodeat e corpore id erit nigerrimum, quod quidem evenire poterit, ſi particulæ homogeneæ ad ingentem quamdam tenuitatem redactæ nullam poſſint parere reflexionem, poſſint tamen aliquam refractionem. Si vero prodeat quidpiam luminis, per modicum tamen, aut etiam per longius tempus æquabiliter diſtributum, nigror habebitur dilutus: ſi totum lumen ſimul, aut brevi tempusculo prodeat, corpus futurum eſt candidum: ſi exeant ſtamina omnium generum (id autem accidet, ſi particulæ diversam habeant craſſitudinem, aut separandis ſtaminibus ineptam) magna tamen eorum pars vel non prodeat, vel per longiſſimum tempus diſtribuatur, color cineres præ se feret: ſi denique e-

mergant certorum generum ſtamina copioſius, color naſcetur ex omnibus illis compoſitus.

Coroll. 6. Fieri interdum poteſt, ut lumen intra exiguum quidem tempus magna copia prodeat, quædam tamen ejus pars etiam ſequenti aliquo tempore poſt multas demum ambages emergat. Corpora ejusmodi obſcurum in locum illata lucent, & hinc adpellantur *phosphori*. Sunt autem innumera phosphororum tam natura, quam arte paratorum genera; imo Fayus putat vix poſſe reperiri materiam, quæ in calcem redacta, vel diſſoluta eum in modum non luceat. Celebris eſt phosphorus Kunkelianus ex urina paratus, quo ſi in atra charta magni characteres exarentur, ii in obſcuro loco clariſſime lucent, e locis vero charactere ſignatis continenter affluit vapor quidam ſubalbus, odorque phosphori percipitur. Lumen hoc oriri corpuſculorum lucentium effuſione vel inde patet, quod ejus diſſipatio longe promptior ſit in loco aere depurgato, quam calor quoque accelerare ſolet. Si loca chartæ phosphoro illita digito perfricentur, lumen ſic increſcit, ut digitus aduratur etiam: pori videlicet phosphori in charta adhæreſcentis ea frictione laxantur; atque ita etiam ex interioribus repagulis celerior exitus lumini aperitur; ac fortaſſe etiam latentes igniculi excitantur, partesque ſulfureæ inflammatur.

Lapis item Bononienſis, compluresque alii

alii in calorem verſi eadem ex cauſſa lucent in tenebris. Quod ſi vel ardori ignis, vel radiis ſolaribus exponantur, longe languidius emittunt lumen: cum enim calor meatus nimium diducat, promtiorem præbet luci egreſſum, ut adeo nonniſi pars exigua poſſit intus irretiri. Odor eorum ſulfureus argumento eſt particulas quaſdam in iis inflammari, quæ cum ſenſim evolent, phoſphori diu, ac ſæpe lumini expoſiti vim ſuam perdunt, eandem tamen adhibita reparatione iterum recuperant. Simili de cauſſa telæ lineæ ſiccæ flamma calefactæ, ac obſcuro in loco excuſſæ, vel palmo celeriter ducto perfrictæ ſcintillant. Lumen Bononienſis lapidis proficiſci etiam ab igniculis intus irretitis, ac per ſolares radios excitatis multo mihi quidem eſt veriſimilius: nam ſi certi coloris ſtamen priſmate ſeparatum in eundem projiciatur, in tenebris colorem illum luce communi permiſtum reddit, quemadmodum experti ſunt Muſchenbroekius, & Zanottus. Inter naturales phoſphoros cenſentur carnes piſcium, & aliorum animalium, ligna item putrida; vermes quidam, & muſcæ, ad quarum lumen quosdam Indiarum populos opera de nocte exercere accepimus. Beccarius ceram quoque candidam, ſacharum, ſalem plantarum concretum, tartarum &c. lucere in tenebris ſcribit. Illud ſingulare, quod folium chartæ, cui paucis minutis impoſita hæſit lamina metallica calida, in loco

caliginoſo exhibeat laminæ imaginem admodum lucidam, & bene terminatam.

Coroll. 7. Corpora nigra reapſe non videmus, ſed ſuperficies duntaxat illuſtratas iiſdem circumpoſitas. Lumen enim ab his ſuperficiebus remiſſum impreſſionem in oculum undique facit, locis illis exceptis, quibus corpus nigrum reſpondet. Loca hæc nullo radio agitata ambiuntur corporum circumpoſitorum pulſionibus, atque inde ferimus judicium de nigri ejusmodi corporis figura, ſitu, magnitudine. Literas ergo in charta impreſſas diſcernimus per ſolum impreſſionis defectum, qui ex iis redundat. Neque tamen hinc erit conſequens omne corpus nigrum debere inſtar umbræ, aut maculæ incertos limites habentis cerni. Nam corpora, quæ nunc quidem videmus, non ſunt penitus nigra; ſed quædam ipſorum partes lumini pleno expoſitæ diſcriminari ab aliis poſſunt ope umbrarum, & radiorum reflexorum, flexus diverſos, atque eminentias exhibentium: unde pictores ipſi ejusmodi corpora effingentes neceſſe habent adhibere colorem album, alioſque lucem remittentes. Sin autem hæc corpora ea parte conſpiciantur, qua non fuerint illuſtrata, omnino umbrarum inſtar male terminata adparent.

Coroll. 8. Si partium textus in quopiam corpore partim ſit homogeneus, partim heterogeneu propter diverſi generis particulas interjectas, id erit partim pellucidum, partim opacum, ut ex-

pe-

perimur in vitris colore imbutis, in quibus varia non raro occurrunt phænomena. Si vitrum colore rubeo tinctum ſit, partes colorem hunc reflectentes rubræ adparent, undecunque vitrum ejusmodi luſtretur; quia tamen partes habet etiam homogeneas, translucent per eas alia corpora: cumque partium rubrarum color eodem tempore oculos afficiat, corporum trans vitrum inſpectorum color rubore tingitur, ſicut & lux alba per illud transmiſſa rubet, quamvis non ſit reapse homogenea, ſed in ſua ſtamina resolvi poſſit.

Refelluntur argumenta contraria.

Scholion 2. Sed jam adverſarios audiamus. 1.) Eulerus ex noſtra hac theoria putat illud neceſſario effici, ut per ejusmodi ſtamina certo colore imbuta, & ab opaco corpore ad oculos remiſſa non illud ipsum corpus, ſed ſol, aut alia lucem emittens maſſa veluti in ſpeculo exhibeatur: cum enim ſimplici reflexione ſtaminis indoles non mutetur, neque res repræſentata mutari debet. At imprimis non vidit Eulerus eadem ſe premi argumentatione: nam dum ſtamen e. g. rubeum in corpus opacum incidit, particulas ejus, analogam tenſionem habentes, ex ipſius ſententia concitat ad motum oſcillantem ſtaminis motui ſimillimum, quæ ſic concitatæ ſimilem oſcillationem communicant circumfuſo ætheri: pulſus ergo, quos ab opaci corporis

par-

particulis æther accipit, ſimillimi ſunt radii ipſius incidentis pulſibus: idem ergo plane præſtare debent, quod præſtaret radius ipse incidens, ſi duntaxat reflecteretur; atqui tunc ex Euleri mente ipsum corpus lucens, e. g. solem repræsentaret: igitur & nunc. Certe utroque in casu origo pulſionum ipſi lucenti corpori debetur. Deinde licet conſtitutio, motusque ſtaminis a reflectente corpore non mutetur, quia tamen velocitas ejus perpendicularis, qua reſilit, tota a particulis corporis reflectentis oritur, illud exhiberi debet, ſicut apud Eulerum exhibetur idcirco, quod ætheris in oculum incurrentis oscillatio proveniat a corporis ipſius particulis tenſiones analogas habentibus. Discrimen autem inter colorata corpora, & specula non in eo vertitur, quod hæc radios tantum reflectant, illa vero motum in iisdem oscillantem progignant, ſicut ipsa lucentia corpora: idem enim corpus antequam in speculum expoliatur, opacum utique, & coloratum eſt, nec mutat politione tenſionem partium, vel elaſticitatem: eodem ergo pacto aget in radios, quo ante. Verum idcirco adhibita politione non se, sed corpus lucens spectandum offert, quia tunc radii legitime reflexi in certam plagam & multo copioſius, & multo vivacius diriguntur, cum ante ſine ulla lege quaquaversus dispergerentur. Neque movere nos debet, quod radii ſic disperſi rursus magna ex parte in oculo col-

colligantur; nam ea collectione exlex eorundem poſitio, permiſtio, & confuſio non tollitur. Neque ex eo, quod radii illi referant corpus opacum, conſequens eſt poſſe etiam lucentis corporis imaginem exhibere: ad illud enim præſtandum sufficit, ut radii e plerisque corporis opaci punctis in oculum illabantur; iſtud contra requirit, ut legitime, versus certam plagam reflectantur.

2) Idem arbitratur explicari a nobis minime poſſe colorum conſtantiam, quam in plerisque opacis corporibus experimur. Cum enim tam reflexiones, quam refractiones pendeant a radiorum obliquitate, ratio reddi nulla poſſe videtur, cur ab id genus corporum superficie quaquaversus certi duntaxat generis ſtamina remittantur, tametſi laminę remittentes diverſiſſimas procul dubio habeant ad lucem incidentem inclinationes. Verum hunc etiam nodum eadem, qua Eulerus ipse, reſponſione expediemus. Quemadmodum enim ex ejus sententia colorum conſtantia inde proficiscitur, quod corpus e. g. rubeum conſtanter, & quaquaversum habeat particulas certæ tenſionis, & elaſticitatis, quæ iis duntaxat pulſibus edendis ſint idoneæ, qui ſtamini rubeo conveniant: ita plane apud nos cum omnis colorum varietas a lamellarum, quibus corpora conſtant, varietate pendeat, lamellæ autem in id modi corporibus in omnem partem satis æquabiles

les ſint; neceſſe eſt colorem quoque in tota ſuperficie conſtantem eſſe. Colorum autem variatio in holoſerico, & nonnullis aliis corporibus, de quibus mentionem paulo ſupra fecimus, exſiſtit tum inde, quod conſpiciantur per radios reflexos, & ſimul villorum, plumarumque ope refractos; tum ex ſitu lamellarum, & oculi inclinatione. Conf. Schol. praec. 3) Contendit cum noſtro hoc ſyſtemate non cohærere, quod vitrum rubrum eodem colore adpareat ſive ope reflexorum, ſive ope refractorum radiorum luſtretur: putat enim defendi haud poſſe ab ejusmodi vitro ſola rubra ſtamina reflecti, & transmitti, cetera velut exſtingui. Si enim, inquit, ceruleum vitrum flavo imponatur, nullus trans illa color deberet adparere; nam illud ſola ſtamina cerulea, hoc ſola flava transmitteret; & tamen Catio teſte cernitur color quidam ex utroque compoſitus. Sed adverti diligenter debet a quovis corpore omnis generis ſtamina reapse remitti, & trajici, unde & color corporum fere eſt compoſitus, non primigenius, licet unum aliquod genus ſit magis conſpicuum, & reliquorum perceptionem impediat. Igitur per vitrum ceruleum flava quoque ſtamina, & flavum cerulea transeunt, e quibus poteſt color quidam languidus poſt vitra enaſci. Ceterum Nolletus multa obſervatione edoctus hanc in ſententiam ſcribit Lect. 17 Sect. 1. art. 2. „ Methodus ſecura corporibus pel-

„ pellucentibus lumen omne intercipien-
„ di eſt, ſi ei opponantur duo corpora,
„ quorum quodvis habeat unum e colo-
„ ribus primigeniis plurimum inter se
„ discrepantibus, ut ſi vitrum rubrum
„ ceruleo imponatur: cum enim primum
„ ceteros radios, rubeis exceptis, ipsum
„ adeo ceruleum arceat; alterum, quod
„ solos ceruleos transmittit, omnes re-
„ liquos intercipiat, ac proinde & ru-
„ beos, neceſſe eſt, ut vitrum utrum-
„ que junctum opacitatem gignat perfe-
„ ctiſſimam.

CAPUT XII.

De Iride, & Halone.

Theoria iridis.

56. Iridis, quæ pluvio cœlo in formam ingentis cujusdam arcus porrigitur, colores oriuntur reflexione, & refractione radiorum solarium facta in guttulis pluviæ, qui ad oculum inter eas guttas, & solem conſtitutum deferuntur. Nemo eſt hodie, quod sciam, qui hanc aſſertionem in dubium revocet: & res vel inde perspicua eſt, quod ſi adverso sole aqua e fonte proſiliens in guttas dispergatur, continuo iris exſiſtat.

Hic

Hic ubi ſol radiis tempeſtatem inter opacam
Adverſa fulſit nimborum aſpergine contra,
Tum color id nigris exſiſtit nubibus arci.
Lucr. l. 6.

Conſtat autem iris arcu plerumque duplici, altero interiore altero exteriore, in quibus colores viſuntur ordine contrario.

57. Ut autem planiſſime intelligatur modus ipse, quo colores illi generantur, ſit in Fig. 19 guttula aquæ A B C formam habens sphæricam: incidant in eam radii ſolares paralleli, quorum unum ſit S A, erit ducto radio D A angulus incidentiæ D A E, (æqualis nempe ſuo verticali, ſi radius D A ultra A produceretur) cujus ſinus eſt D E, recta ſcilicet e centro D ad A E perpendiculariter demiſſa. Radius in puncto A refringitur verſus perpendiculum A D (7 cor. 4), & angulus refractionis eſt D A F, ejuſdemque ſinus DF, eſtque ratio DE : DF in eodem radio conſtans (cit. cor. 5.).

58. Radius refractus AB parte ſui aliqua egreditur e gutta itinere B *b*, parte vero reliqua reflectitur via B C, ita ut ſit angulus incidentiæ ABD æqualis angulo reflexionis D B C (cit. cor. 1.), adeoque arcus AH=CH (342 Math.), & hinc arcus AB=CB, adeoque etiam chorda AB=CB (320 Math.). Rurſus radius BC parte aliqua emergit e gutta directione C *c*, parte alia reſilit verſus plagam H: ſed hanc, & ulteriores reſle-

flexiones, ac refractiones hic minime attendimus, cum lumen iis jam nimis languidum efficiatur.

Scholion. Neceſſe autem eſt, ut radii ſolares in aqueas illas ſphærulas ſub certis angulis incidant ad omnes iridis colores exhibendos. Planiſſimam eorum angulorum determinationem dedit Scherfferus noſter in Diſſert. de Iride, ubi etiam definiuntur anguli metientes iridis amplitudinem; ac a radiis incidentibus, & emergentibus comprehenſi, qualis eſt AGC: qui quidem in arcu interiore, ſive primario debent eſſe ſuo in genere maximi, in exteriori minimi; tunc enim ſolum poteſt fieri, ut radii poſt binas refractiones, & unam, vel duas reflexiones ad oculum paralleli veniant, ſive ut complures radii ad ejusdem coloris perceptionem efficiendam concurrant. Nimirum recedendo a radio perpendiculari IH versus A, radii incidentes continenter majorem angulum comprehendunt cum emergentibus, devenieturque in eo receſſu ad radium quempiam SA, qui angulum SGC formet omnium maximum; ita ut ceteri poſt illum ſequentes jam rurſus minores comprehendant. Nos tironum imbecillitati conſulentes horum angulorum calculis abſtinebimus. Porro mutata ratione ſinus incidentiæ, & refractionis, perſpicuum eſt mutari angulum AGC, ac proinde in diverſi coloris ſtaminibus diverſum eſſe: hinc autem neceſſe eſt, radiis

diis ſolaribus in guttam parallele incidentibus, ſtamina heterogenea ope refractionis ſeparari, atque ſic colores enaſci.

59. Radii poſt duplicem reflexionem in Fig. 20 emergentes parallele incident in oculum, ſi poſt primam reflexionem in punctis *b* & B peractam paralleli fuerint. Tunc enim radii IH, & *i h* eodem modo inclinantur ad arcum H *b*, quo radii S B & *s b* ad arcum A *a*.

Scholion. In hoc quoque caſu calculo definitur magnitudo anguli K, quem radius incidens cum emergente continet, quique omnium ſimilium debet eſſe minimus, ut radii emergant paralleli, & eſt in diverſis ſtaminibus diverſus; unde hic quoque in diverſa colorata fila diſtrahuntur radii. Porro ille angulus pro ſtamine extremo rubeo in priore caſu eſt 42 gr. 1′, 48″; in poſteriore 50 gr. 58′, 44″; pro extremo violaceo illic eſt 40 gr. 16′, 40″; hic 54 gr. 9′. 30″, quare ſi ſol ſpectetur ut punctum lucidum, tota latitudo iridis interioris occupat 1 gr. 45′, 8″; in iride vero exteriore totus arcus habet 3 gr. 10′, 46″. Quia tamen diameter ſolis adparens eſt fere 30″, & radii e toto diſco parallele veniunt, augetur utriusque arcus latitudo fere dimidio gradu, ac intervallum inter irides interjectum minuitur.

Ex-

Explicatur ortus iridis.

60. Ex his jam iridis utriusque explicatio ſuapte fluit. Cum enim in diverſis ſtaminibus diversa ſit ratio ſinuum incidentiæ, & refractionis, fieri nequit, ut radii sub eodem angulo parallele incidentes in guttam omnes eundem habeant e prima reflexione focum, seu punctum concursus, & eosdem comprehendant angulos cum iis, qui poſt alteram refractionem parallele emergunt. Quare ſi in Fig. 21 oculus in O conſtituatur, & radii solares parallele cadant in guttas M, *m*, A, *a*, alius generis radii venient ad O e gutta M, alius ex *m*; nam ſi eſſet angulus NMO=*nm*O, hoc eſt, ſi ſtamina eſſent ejusdem indolis, in O minime concurrerent. Idem eſto judicium de radiis ex A, & *a* venientibus.

Sint ergo complures guttæ aqueæ per aerem dispersæ, & radiis solaribus tum inter se, tum cum recta OT per oculum ducta parallelis illuſtratæ. Concipiantur rectæ AO, *a*O, MO, *m*O, ita ut angulus *a*OT ſit 40 gr. 16′, 40″; AOT 42 gr. 1′, 48″; *m*OT 50 gr. 58′, 44″; MOT 54 gr. 9′, 30″: eædem hæ lineæ eosdem angulos comprehendent cum radiis incidentibus (311 Math.). Quare radii violacei e gutta *a*, rubei e gutta A poſt unicam reflexionem ad oculum pervenient, & colores ceteri a guttis intermediis reflectentur (præc. schol.).

At

At e gutta *m* ſtamina rubea, e gutta M violacea, ex intermediis cetera poſt binas reflexiones devenient, atque adeo colores dabunt multo languidiores.

Scholion. Veritas aſſertionis illuſtrari poteſt experimento, quo usus eſt Carteſius. Splendente sole suspendatur globus vitreus aqua plenus, & luſtretur in ea oculi poſitione, ut radii e globo in oculum illabentes cum solis radiis contineant angulum circiter 42 gr. tum enimvero ſpectabitur color ruber in parte globi a sole aversa; angulo deinde illo senſim diminuto comparebunt flavus, viridis, ac ceruleus in eadem globi parte. At ſi elevato globo idem angulus fiat circiter 50 gr. cernetur color ruber in parte soli obversa, eoque angulo pedetentim aucto, in conspectum se dabunt flavus, viridis, ceruleus. Eadem evenient, ſi globo immoto poſitio oculi varietur.

Explicantur iridis phænomena.

61. Quodſi jam recta *a* O circa O T fixam sub eodem angulo *a*OT volvi concipiatur, efformabit arcum, per quem guttæ colorem violaceum remittentes diſtributæ ſint: idem de ceteris arcubus coloratis dicendum. Nascetur ergo iris interior habens latitudinem A *a*, itemque exterior latitudine M *m*, at colorum ordine contrario.

Coroll. 1. Videri iris interior non poteſt, ſi sol supra horizontem emineat

gra-

Digitized by Google

gradibus 42. Cum enim angulus AOT = NAO ſit 42°, habebit pro menſura altitudinem ſolis, adeoque tunc radius AO evadit horizontalis, ſolumque apicem iridis ſpectandum exhibet. Quodſi altitudo ſolis major ſit, radius idem infra horizontem demerſus nullam iridis partem oculo repræſentat.

Coroll. 2. Sole in horizonte ipſo verſante iris integrum obtinet ſemicirculum. Nam tunc recta OT, in qua eſt centrum iridis, evadit horizontalis, ac proinde centrum iridis in ipſo horizonte ſitum eſt. Altitudo vero iridis externæ maxima ſupra horizontem eſt circiter 54 gr. 25′; internæ vero 42 gr. 17′.

Coroll. 3. Quoniam radiorum refrangibilitas pedetentim, ac ſine ſaltu per omnes gradus intermedios tranſit, facile adparet, unumquemque colorem iridis aliquam habere latitudinem oportere.

Coroll. 4. Cum poſſit idem eſſe ſitus oculi comparate ad guttulas roris herbæ incumbentes, quem pro videnda iride ſupra requiſivimus, patet poſſe interdum conſpici iridem in prato quopiam roſcido. Poſſe item eandem enaſci in guttulis aquarum proſilientium: poſſe etiam a radiis lunæ plenæ progigni.

Coroll. 5. In pluviæ guttulis multiplex reflexio, & refractio interdum fit: plures ergo, quam duæ, formari poſſunt irides, quæ tamen ob nimium radiorum languorem videri fere nequeunt: quodſi tamen nubes ſit admodum denſa, & cœ-

lum

lum e ſolis parte ſerenum, tres interdum ſunt adſpectabiles.

Coroll. 6. Quia diverſorum ſpectatorum oculi eandem ad eaſdem guttas poſitionem habere non poſſunt, plane intelligitur a pluribus ſimul, vel ab eodem ſpectatore in diverſis locis conſtituto non eandem, ſed diverſas videri irides.

Scholion. Ut iris exterior modo a nobis explicato generari poſſit, neceſſe omnino eſt formam guttarum a figura ſphærica nonnihil diſcedere: ſi enim ſphæricæ eſſe ponantur, chordæ ante, & poſt reflexionem eadem erunt longitudine (58), ac proinde etiam numerus vicium a primo ingreſſu uſque ad punctum primæ reflexionis, & hinc uſque ad punctum ſecundæ prorſus idem erit: cum ergo radius in ingreſſu fuerit in vice facilioris trajectionis, in fine primæ chordæ in vice facilioris reflexionis, erit etiam in fine ſecundæ chordæ in vice facilioris trajectionis; adeoque radii tranſmittentur omnes, non reflectentur. Quare neceſſe eſt, ut vel aeris agitatione figura ſphærica nonnihil immutetur, ac unum, alterumve vicium intervallum accedat, aut dematur; vel productio illa, & contractio alterna particularum lucis, unde vices illæ naſcuntur (49, & ſeq.), mutua earundem actione aliquantum varietur, dum earum plurimæ ad minimum ſpatium coarctantur in tranſitu per focos refractione, &

re-

Digitized by Google

reflexione ortos, & ſic ordo vicium perturbetur.

Quid halo?

62. *Halo*, ſive lucida quædam, & circularis area, suis non raro coloribus diſtincta, oritur circa solem, vel lunam refractione, & reflexione radiorum luminis. Et quidem circa solem fere comparet, quum per aerem dispersus eſt tenuis quidam vapor, qui diſtinctum solis conspectum non intercludat.

Ejusdem ortus.

Scholion. Ut halonis ortus probe cognoscatur, ſit in Fig. 22 guttula vaporis, in quam radius solaris S A incidat, qui refractione separetur in sua ſtamina colorata, e quibus rubea emergant in B, cerulea in C. Quod ſi jam in Fig. 23 plures ejusmodi guttulæ circa solem sparsæ ſint, fieri sane poterit, ut e guttulis *a* emergentes radii rubei in oculo O conveniant, circulumque rubrum efforment: ſimiliter e guttulis *b* concurrere poterunt ſtamina cerulea, ac ex intermediis cetera his interjecta, ut ſic habeatur iris quædam circularis solem ambiens. Si ternæ in ejusmodi guttulis haberentur reflexiones, ut in Fig. 24, angulus ab incidente, & emergente radio comprehensus pro rubris ſtaminibus eſſet 41 gr. 36′, 56″; pro extimis violaceis 37 gr. 8′, 42″; & hinc in halone color rubeus foret extimus, violaceus intimus. At ha-

lones hujus generis vix unquam conspiciuntur; lumen enim duplici refractione, ac triplici reflexione valde hebescit. Si tamen globuli ponatur cum Hugenio glaciales, nucleos e nive concretos includentes, poterit fortaſſe ejusmodi halo sensu percipi. Eodem fere pacto oriuntur *parhelius*, & *paraselene*, quæ sunt imagines solis ac lunæ, refractione & reflexione luminis oriundæ.

CAPUT XIII.

De iis, quæ ad Opticam pertinent.

Quid oculus?

63. Antequam ea, quæ ad opticam pertinent, adgrediamur, neceſſe eſt oculi humani ſtructuram, & compoſitionem paucis explicare. Eſt autem oculus species globi cujusdam antrorsum nonnihi prominentis: inseritur foveæ cuidam osseæ, quæ *orbita* dicitur, inque eaden sex musculorum ope omnem in parten versari poteſt. Parte anteriore gemini defenditur *palpebris*, quibus adductis tegi, reductis patefieri poſſit. Id prætere officii palpebræ habent, ut mutabili su apertura lucis copiam moderentur, n partes tenerrimæ lædantur: sordes iten nictu suo abſtergunt, & oculum, ut mo veri

veri facilius poſſit, parteſque ejus anteriores pellucidæ maneant, lacrimis jugiter humectant.

Lacrimarum officium.

Scholion. In eorum gratiam, qui lacrimarum indolem & munus pernoſſe voluerint, pauca quædam adnotabimus. In Fig. 25 *glandula* E lacrimas veluti filtrans ſita eſt ad canthum majorem, ſeu ad interiorem palpebrarum angulum intra cavitatem orbitæ, & ſuperiorem oculi globoſi partem; atque adeo quoties commovetur oculus, toties glandula hæc leniter comprimitur, & lacrimæ per complures ductus in ipſum oculi bulbum defluunt, & hinc quæmadmodum oculi motus lacrimas elicit, ſic hæ viciſſim ejus motum adjuvant. Cum vero canaliculi glandulæ, per quos excernuntur lacrimæ, ſiti ſint ſub palpebra ſuperiore, hæ effluentes partem primum ſuperiorem, tum ſenſim totum oculi bulbum irrigant. Quia vero oculus globoſus eſt, & palpebrarum cartilago in extremo margine, quo bulbum tangit, rotundus, angulus ex hoc attactu oriundus ſuum cuique palpebræ efficit ſtillicidium, quod lacrimas deducit verſus interiorem palpebrarum angulum. Hanc ſtillicidiorum formationem adjuvat etiam pinguis ille humor, quo extremæ palpebræ imbuuntur; coercet enim lacrimas, ne diffluant, ut ſane conſtat in vitris pinguedine illitis aquam ultra labra nonnihil adſurgen-

gentem contineri. Dum palpebris patentibus magna lacrimarum vis effluit, eæ guttularum inſtar depluunt de palpebra superiore, & gignunt in oculi globo quosdam veluti rivulos, qui continenti nictu per omnem oculi bulbum æquabiliter diſtribuuntur.

Quum dormientibus palpebræ clausæ sunt, nec tamen propter rotundatos margines interiores sese contingunt niſi exterioribus, ſtillicidia illa sese tangunt, ac in unum coalescunt, perque commune iſthoc ſtillicidium tanquam canalem quemdam lacrimæ ab exteriore oculi angulo versus interiorem fluunt, & illic lacunam quampiam efficiunt, explendo spatium, quod inter hunc angulum, & oculi bulbum interjacet. In interiore lacunæ hujus margine adsurgit tuber quoddam carneum, supra quod incedunt palpebræ dum clauduntur, atque adeo impediuntur, ne oculi globum omnino contingant, sed relinquant intervallum quoddam interpoſitum. In lacu hoc demersæ visuntur geminæ aperturæ A A hiantes in vertice totidem colliculorum, ſitorum ad majorem canthum, altero nimirum ad superioris, altero ad inferioris palpebræ marginem conſtituto. Aperturæ hæ, seu *puncta lacrimalia* sunt ora duorum tubulorum, qui uniti efformant canalem B pertinentem in *saccum lacrimalem* C, qui parte inferna coarctatus abit in *canalem nasalem* D, ac in nares deſinit, ubi deponit lacrimas, quas e lacu puncta

cta illa lacrimalia attraxerunt; quæ quidem puncta cum ſint cartilaginea, ſemper patent, ſorbentque lacrimas ea proportione, qua eæ ad lacunam adfluunt: ſunt præterea verſus bulbum oculi paululum inclinata, præcipue cum palpebræ obſerantur; quare obturari haud poſſunt. Cauſſa autem lacrimas impellens in ea puncta, inde in ſaccum, ac demum in nares, eſt ipſa naturalis harum partium diſpoſitio efformans ſiphonem quemdam, cujus crus brevius BAA extremo ſuo AA in lacu lacrimarum demerſum eſt; crus vero productius BCD in nares deſinit, Conf. Monum. Acad. Paris. A. 1734.

Oculi partes.

64. Jam ipſe oculi bulbus compluribus conſtat tunicis, ſeu membranis tenuiſſimis. Prima, quæ *adnata* dicitur, eſt velum quoddam tenuiſſimum candidum, oculo anteriori inductum, orbitam oſſeam minime ingrediens, ſed ſe quaquaverſus explicans, ac bulbum oculi perioſtio adnectens, & ne excidat, retinens; tum retro reflexum internam palpebrarum ſuperficiem efformans.

65. Extima membrana *a a* in Fig. 26 totum bulbum contegens eſt explicatio duræ, ut vocant, matris nervum opticum involventis. Membrana hæc qua parte opaca eſt *ſclerotica* dicitur: quum vero ad anteriora propagatur, ſenſim attenuatur, ac demum pellucet, & propter ſimilitudinem, quam cum cornu quo-

piam tenuiſſimo habet, *cornea* adpellatur. Sub hac ſita eſt membrana altera, quæ eſt explicatio piæ matris nervum item opticum ambientis, vocaturque *choroides*; parte autem anteriore ad *b b uvea*. Quanquam ſint, qui ſcleroticam, & choroidem velint eſſe membranas omnino peculiares, diversam a meningibus cerebri fabricam habentes. Uvea versus corneæ pellucentis marginem duplicatur, & parte anteriore corneam deſerens format *iridem* planam, circularem, rotundo foramine pertuſam in *c*, quod *pupilla* nuncupatur, nec eſt in media iride, ſed naſo aliquantum propior. Iris ipſa variis coloribus tingitur, conſtatque fibris muſculoſis ad centrum ipſius radiorum inſtar contendentibus: ſed & limbus ipſe generis ejusdem fibris inſtructus eſt, quæ pupillæ contrahendæ, aut dilatandæ ſerviant, ac proinde aperturam ejus pro varia lucis adfluentis copia moderentur.

66. Pars aversa choroidis *d d* eſt *corona ciliaris*, quæ complexu ſuo ambit, ac ex adverſo pupillæ ſuſpenſum tenet corpus quoddam pellucidum, lentis forma, versus oculi fundum magis convexum, quam parte anteriore, quod *humor criſtallinus* audit. Medulla nervi optici explicatione ſua tertiam tunicam *f f* efficit, quæ veſtit totum oculi fundum, & propter reticuli ſimilitudinem *retina* nominatur.

Digitized by Google

67. Triplex inter has tunicas interjacet cavitas: prima nimirum inter corneam pellucentem, ac iridem; altera inter iridem, & humorem criſtallinum, quæ ope pupillæ ſeſe complectentes continent *humorem aqueum* g g; tertia longe amplior inter humorem criſtallinum, & oculi fundum repletur *humore vitreo* h h, ſeu materia pellucida nonnihil conſiſtente.

68. Demum totus oculus parte interiore adhæret *nervo optico* i i, qui ſubit in oculi bulbum paulo infra planum horizontale per medium oculum tranſiens, loco fere intermedio admodum oblique: hinc *axis opticus*, ſive linea in corneam perpendicularis, & per oculi centrum tranſiens non cadit in nervum opticum, ſed inter eum, angulumque oculi exteriorem terminantur.

Explicatur viſio.

69. Ex his viſionis modus facile perſpicitur. Humor ſcilicet criſtallinus ad lentis vitreæ ſimilitudinem plurimum accedit, jacetque inter duo fluida rariora; ac proinde idem plane præſtare debet, quod lens vitrea radio per aerem delato objecta. Si ergo in Fig. 27 e puncto radiante A egrediatur conus luminis, ac in criſtallum C incidat, peracta refractione poteſt utique in oculi fundo colligi ad punctum *a*, ut de lente infra demonſtrabitur, & illic vivax quædam imago puncti A imprimi. Idem in

diis solaribus in guttam parallele incidentibus, ſtamina heterogenea ope refractionis separari, atque ſic colores enasci.

59. Radii poſt duplicem reflexionem in Fig. 20 emergentes parallele incident in oculum, ſi poſt primam reflexionem in punctis *b* & B peractam paralleli fuerint. Tunc enim radii IH, & *i h* eodem modo inclinantur ad arcum H *b*, quo radii S B & *s b* ad arcum A *a*.

Scholion. In hoc quoque casu calculo definitur magnitudo anguli K, quem radius incidens cum emergente continet, quique omnium ſimilium debet eſſe minimus, ut radii emergant paralleli, & eſt in diverſis ſtaminibus diversus; unde hic quoque in diversa colorata fila diſtrahuntur radii. Porro ille angulus pro ſtamine extremo rubeo in priore casu eſt 42 gr. 1', 48"; in poſteriore 50 gr. 58', 44"; pro extremo violaceo illic eſt 40 gr. 16', 40"; hic 54 gr. 9', 30", quare ſi sol ſpectetur ut punctum lucidum, tota latitudo iridis interioris occupat 1 gr. 45', 8"; in iride vero exteriore totus arcus habet 3 gr. 10', 46". Quia tamen diameter solis adparens eſt fere 30", & radii e toto disco parallele veniunt, augetur utriusque arcus latitudo fere dimidio gradu, ac intervallum inter irides interjectum minuitur.

Ex-

Digitized by Google

Explicatur ortus iridis.

60. Ex his jam iridis utriusque explicatio ſuapte fluit. Cum enim in diverſis ſtaminibus diversa ſit ratio ſinuum incidentiæ, & refractionis, fieri nequit, ut radii ſub eodem angulo parallele incidentes in guttam omnes eundem habeant e prima reflexione focum, ſeu punctum concursus, & eosdem comprehendant angulos cum iis, qui poſt alteram refractionem parallele emergunt. Quare ſi in Fig. 21 oculus in O conſtituatur, & radii solares parallele cadant in guttas M, *m*, A, *a*, alius generis radii venient ad O e gutta M, alius ex *m*; nam ſi eſſet angulus NMO=*nm*O, hoc eſt, ſi ſtamina eſſent ejusdem indolis, in O minime concurrerent. Idem eſto judicium de radiis ex A, & *a* venientibus.

Sint ergo complures guttæ aqueæ per aerem dispersæ, & radiis solaribus tum inter se, tum cum recta OT per oculum ducta parallelis illuſtratæ. Concipiantur rectæ AO, *a*O, MO, *m*O, ita ut angulus *a*OT ſit 40 gr. 16′, 40″; AOT 42 gr. 1′, 48″; *m*OT 50 gr. 58′, 44″; MOT 54 gr. 9′, 30″: eædem hæ lineæ eosdem angulos comprehendent cum radiis incidentibus (311 Math.). Quare radii violacei e gutta *a*, rubei e gutta A poſt unicam reflexionem ad oculum pervenient, & colores ceteri a guttis intermediis reflectentur (præc. schol.).

At

At e gutta *m* ſtamina rubea, e gutta M violacea, ex intermediis cetera poſt binas reflexiones devenient, atque adeo colores dabunt multo languidiores.

Scholion. Veritas aſſertionis illuſtrari poteſt experimento, quo usus eſt Carteſius. Splendente sole suspendatur globus vitreus aqua plenus, & luſtretur in ea oculi poſitione, ut radii e globo in oculum illabentes cum solis radiis contineant angulum circiter 42 gr. tum enimvero ſpectabitur color ruber in parte globi a sole aversa; angulo deinde illo senſim diminuto comparebunt flavus, viridis, ac ceruleus in eadem globi parte. At ſi elevato globo idem angulus fiat circiter 50 gr. cernetur color ruber in parte soli obversa, eoque angulo pedetentim aucto, in conspectum se dabunt flavus, viridis, ceruleus. Eadem evenient, ſi globo immoto poſitio oculi varietur.

Explicantur iridis phænomena.

61. Quodſi jam recta *a* O circa O T fixam sub eodem angulo *a*OT volvi concipiatur, efformabit arcum, per quem guttæ colorem violaceum remittentes diſtributæ ſint: idem de ceteris arcubus coloratis dicendum. Nascetur ergo iris interior habens latitudinem A *a*, itemque exterior latitudine M *m*, at colorum ordine contrario.

Coroll. 1. Videri iris interior non poteſt, ſi sol supra horizontem emineat gra-

Digitized by Google

gradibus 42. Cum enim angulus AOT = NAO ſit 42°, habebit pro menſura altitudinem ſolis, adeoque tunc radius AO evadit horizontalis, ſolumque apicem iridis ſpectandum exhibet. Quodſi altitudo ſolis major ſit, radius idem infra horizontem demerſus nullam iridis partem oculo repræſentat.

Coroll. 2. Sole in horizonte ipſo verſante iris integrum obtinet ſemicirculum. Nam tunc recta OT, in qua eſt centrum iridis, evadit horizontalis, ac proinde centrum iridis in ipſo horizonte ſitum eſt. Altitudo vero iridis externæ maxima ſupra horizontem eſt circiter 54 gr. 25′; internæ vero 42 gr. 17′.

Coroll. 3. Quoniam radiorum refrangibilitas pedetentim, ac ſine ſaltu per omnes gradus intermedios tranſit, facile adparet, unumquemque colorem iridis aliquam habere latitudinem oportere.

Coroll. 4. Cum poſſit idem eſſe ſitus oculi comparate ad guttulas roris herbæ incumbentes, quem pro videnda iride ſupra requiſivimus, patet poſſe interdum conſpici iridem in prato quopiam roſcido. Poſſe item eandem enaſci in guttulis aquarum proſilientium: poſſe etiam a radiis lunæ plenæ progigni.

Coroll. 5. In pluviæ guttulis multiplex reflexio, & refractio interdum fit: plures ergo, quam duæ, formari poſſunt irides, quæ tamen ob nimium radiorum languorem videri fere nequeunt: quodſi tamen nubes ſit admodum denſa, & cœ-

lum

lum e ſolis parte ſerenum, tres interdum ſunt adſpectabiles.

Coroll. 6. Quia diverſorum ſpectatorum oculi eandem ad easdem guttas poſitionem habere non poſſunt, plane intelligitur a pluribus ſimul, vel ab eodem ſpectatore in diverſis locis conſtituto non eandem, ſed diverſas videri irides.

Scholion. Ut iris exterior modo a nobis explicato generari poſſit, neceſſe omnino eſt formam guttarum a figura ſphærica nonnihil diſcedere: ſi enim ſphæricæ eſſe ponantur, chordæ ante, & poſt reflexionem eadem erunt longitudine (58), ac proinde etiam numerus vicium a primo ingreſſu uſque ad punctum primæ reflexionis, & hinc usque ad punctum ſecundæ prorſus idem erit: cum ergo radius in ingreſſu fuerit in vice facilioris trajectionis, in fine primæ chordæ in vice facilioris reflexionis, erit etiam in fine ſecundæ chordæ in vice facilioris trajectionis; adeoque radii transmittentur omnes, non reflectentur. Quare neceſſe eſt, ut vel aeris agitatione figura ſphærica nonnihil immutetur, ac unum, alterumve vicium intervallum accedat, aut dematur; vel productio illa, & contractio alterna particularum lucis, unde vices illæ naſcuntur (49, & ſeq.), mutua earundem actione aliquantum varietur, dum earum plurimæ ad minimum ſpatium coarctantur in tranſitu per focos refractione, & re-

reflexione ortos, & ſic ordo vicium perturbetur.

Quid halo?

62. *Halo*, ſive lucida quædam, & circularis area, suis non raro coloribus diſtincta, oritur circa solem, vel lunam refractione, & reflexione radiorum luminis. Et quidem circa solem fere comparet, quum per aerem dispersus eſt tenuis quidam vapor, qui diſtinctum solis conſpectum non intercludat.

Ejusdem ortus.

Scholion. Ut halonis ortus probe cognoscatur, ſit in Fig. 22 guttula vaporis, in quam radius solaris S A incidat, qui refractione separetur in sua ſtamina colorata, e quibus rubea emergant in B, cerulea in C. Quod ſi jam in Fig. 23 plures ejusmodi guttulæ circa solem sparsæ ſint, fieri sane poterit, ut e guttulis *a* emergentes radii rubei in oculo O conveniant, circulumque rubrum efforment: ſimiliter e guttulis *b* concurrere poterunt ſtamina cerulea, ac ex intermediis cetera his interjecta, ut ſic habeatur iris quædam circularis solem ambiens. Si ternæ in ejusmodi guttulis haberentur reflexiones, ut in Fig. 24, angulus ab incidente, & emergente radio comprehensus pro rubris ſtaminibus eſſet 41 gr. 36″, 56″; pro extimis violaceis 37 gr. 8′, 42″; & hinc in halone color rubeus foret extimus, violaceus intimus. At ha-

lones hujus generis vix unquam conspiciuntur; lumen enim duplici refractione, ac triplici reflexione valde hebescit. Si tamen globuli ponatur cum Hugenio glaciales, nucleos e nive concretos includentes, poterit fortaſſe ejusmodi halo sensu percipi. Eodem fere pacto oriuntur *parhelius*, & *paraselene*, quæ sunt imagines solis ac lunæ, refractione & reflexione luminis oriundæ.

CAPUT XIII.

De iis, quæ ad Opticam pertinent.

Quid oculus?

63. Antequam ea, quæ ad opticam pertinent, adgrediamur, neceſſe eſt oculi humani ſtructuram, & compoſitionem paucis explicare. Eſt autem oculus species globi cujusdam antrorsum nonnihil prominentis: inseritur foveæ cuidam osseæ, quæ *orbita* dicitur, inque eadem sex musculorum ope omnem in partem versari poteſt. Parte anteriore geminis defenditur *palpebris*, quibus adductis tegi, reductis patefieri poſſit. Id præterea officii palpebræ habent, ut mutabili sua apertura lucis copiam moderentur, ne partes tenerrimæ lædantur: sordes item nictu suo abſtergunt, & oculum, ut moveri

veri

veri facilius poſſit, parteſque ejus anteriores pellucidæ maneant, lacrimis jugiter humectant.

Lacrimarum officium.

Scholion. In eorum gratiam, qui lacrimarum indolem & munus pernoſſe voluerint, pauca quædam adnotabimus. In Fig. 25 *glandula* E lacrimas veluti filtrans ſita eſt ad canthum majorem, ſeu ad interiorem palpebrarum angulum intra cavitatem orbitæ, & ſuperiorem oculi globoſi partem; atque adeo quoties commovetur oculus, toties glandula hæc leniter comprimitur, & lacrimæ per complures ductus in ipſum oculi bulbum defluunt, & hinc (quæmadmodum oculi motus lacrimas elicit, ſic hæ viciſſim ejus motum adjuvant. Cum vero canaliculi glandulæ, per quos excernuntur lacrimæ, ſiti ſint ſub palpebra ſuperiore, hæ effluentes partem primum ſuperiorem, tum ſenſim totum oculi bulbum irrigant. Quia vero oculus globosus eſt, & palpebrarum cartilago in extremo margine, quo bulbum tangit, rotundus, angulus ex hoc attactu oriundus ſuum cuique palpebræ efficit ſtillicidium, quod lacrimas deducit verſus interiorem palpebrarum angulum. Hanc ſtillicidiorum formationem adjuvat etiam pinguis ille humor, quo extremæ palpebræ imbuuntur; coercet enim lacrimas, ne diffluant, ut ſane conſtat in vitris pinguedine illitis aquam ultra labra nonnihil adſurgen-

Digitized by Google

gentem contineri. Dum palpebris patentibus magna lacrimarum vis effluit, eæ guttularum inſtar depluunt de palpebra superiore, & gignunt in oculi globo quosdam veluti rivulos, qui continenti nictu per omnem oculi bulbum æquabiliter diſtribuuntur.

Quum dormientibus palpebræ clausæ sunt, nec tamen propter rotundatos margines interiores sese contingunt niſi exterioribus, ſtillicidia illa sese tangunt, ac in unum coalescunt, perque commune iſthoc ſtillicidium tanquam canalem quemdam lacrimæ ab exteriore oculi angulo versus interiorem fluunt, & illic lacunam quampiam efficiunt, explendo spatium, quod inter hunc angulum, & oculi bulbum interjacet. In interiore lacunæ hujus margine adsurgit tuber quoddam carneum, supra quod incedunt palpebræ dum clauduntur, atque adeo impediuntur, ne oculi globum omnino contingant, sed relinquant intervallum quoddam interpoſitum. In lacu hoc demersæ visuntur geminæ aperturæ A A hiantes in vertice totidem colliculorum, ſitorum ad majorem canthum, altero nimirum ad superioris, altero ad inferioris palpebræ marginem conſtituto. Aperturæ hæ, seu *puncta lacrimalia* sunt ora duorum tubulorum, qui uniti efformant canalem B pertinentem in *saccum lacrimalem* C, qui parte inferna coarctatus abit in *canalem nasalem* D, ac in nares deſinit, ubi deponit lacrimas, quas e lacu pun-

cta

cta illa lacrimalia attraxerunt; quæ quidem puncta cum ſint cartilaginea, ſemper patent, ſorbentque lacrimas ea proportione, qua eæ ad lacunam adfluunt: ſunt præterea verſus bulbum oculi paululum inclinata, præcipue cum palpebræ obſerantur; quare obturari haud poſſunt. Cauſſa autem lacrimas impellens in ea puncta, inde in ſaccum, ac demum in nares, eſt ipſa naturalis harum partium diſpoſitio efformans ſiphonem quemdam, cujus crus brevius BAA extremo ſuo AA in lacu lacrimarum demerſum eſt; crus vero productius BCD in nares deſinit, Conf. Monum. Acad. Paris. A. 1734.

Oculi partes.

64. Jam ipſe oculi bulbus compluribus conſtat tunicis, ſeu membranis tenuiſſimis. Prima, quæ *adnata* dicitur, eſt velum quoddam tenuiſſimum candidum, oculo anteriori inductum, orbitam oſſeam minime ingrediens, ſed ſe quaquaverſus explicans, ac bulbum oculi perioſtio adnectens, & ne excidat, retinens; tum retro reflexum internam palpebrarum ſuperficiem efformans.

65. Extima membrana *a a* in Fig. 26 totum bulbum contegens eſt explicatio duræ, ut vocant, matris nervum opticum involventis. Membrana hæc qua parte opaca eſt *ſclerotica* dicitur; quum vero ad anteriora propagatur, ſenſim attenuatur, ac demum pellucet, & propter ſimilitudinem, quam cum cornu quo-

piam tenuiſſimo habet, *cornea* adpellatur. Sub hac ſita eſt membrana altera, quæ eſt explicatio piæ matris nervum item opticum ambientis, vocaturque *choroides*; parte autem anteriore ad *b b* *uvea*. Quanquam ſint, qui ſcleroticam, & choroidem velint eſſe membranas omnino peculiares, diversam a meningibus cerebri fabricam habentes. Uvea versus corneæ pellucentis marginem duplicatur, & parte anteriore corneam deſerens format *iridem* planam, circularem, rotundo foramine pertuſam in *c*, quod *pupilla* nuncupatur, nec eſt in media iride, sed naso aliquantum propior. Iris ipsa variis coloribus tingitur, conſtatque fibris musculoſis ad centrum ipſius radiorum inſtar contendentibus: sed & limbus ipse generis ejusdem fibris inſtructus eſt, quæ pupillæ contrahendæ, aut dilatandæ serviant, ac proinde aperturam ejus pro varia lucis adfluentis copia moderentur.

66. Pars aversa choroidis *d d* eſt *corona ciliaris*, quæ complexu suo ambit, ac ex adverso pupillæ suspensum tenet corpus quoddam pellucidum, lentis forma, versus oculi fundum magis convexum, quam parte anteriore, quod *humor criſtallinus* audit. Medulla nervi optici explicatione sua tertiam tunicam *f f* efficit, quæ veſtit totum oculi fundum, & propter reticuli ſimilitudinem *retina* nominatur.

67.

67. Triplex inter has tunicas interjacet cavitas: prima nimirum inter corneam pellucentem, ac iridem; altera inter iridem, & humorem criſtallinum, quæ ope pupillæ ſeſe complectentes continent *humorem aqueum g g*; tertia longe amplior inter humorem criſtallinum, & oculi fundum repletur *humore vitreo h h*, ſeu materia pellucida nonnihil conſiſtente.

68. Demum totus oculus parte interiore adhæret *nervo optico i i*, qui ſubit in oculi bulbum paulo infra planum horizontale per medium oculum tranſiens, loco fere intermedio admodum oblique: hinc *axis opticus*, ſive linea in corneam perpendicularis, & per oculi centrum tranſiens non cadit in nervum opticum, ſed inter eum, angulumque oculi exteriorem terminantur.

Explicatur viſio.

69. Ex his viſionis modus facile perſpicitur. Humor ſcilicet criſtallinus ad lentis vitreæ ſimilitudinem plurimum accedit, jacetque inter duo fluida rariora; ac proinde idem plane præſtare debet, quod lens vitrea radio per aerem delato objecta. Si ergo in Fig. 27 e puncto radiante A egrediatur conus luminis, ac in criſtallum C incidat, peracta refractione poteſt utique in oculi fundo colligi ad punctum *a*, ut de lente infra demonſtrabitur, & illic vivax quædam imago puncti A imprimi. Idem in

Digitized by Google

Fig. 28 de duobus, tribus &c. conis lucidis perſpicuum eſt, qui omnes quum in oculum ſubeunt, mutantur in alios totidem conulos, quorum baſes priorum baſibus opponantur, apices in oculi fundo terminentur. Ubi illud quoque patet impreſſiones e diverſis rei objectæ punctis proficiſcentes minime confundi, imaginemque ex iis exſiſtentem ſitum obtinere contrarium; quæ omnia tum pervagatis cameræ obſcuræ experimentis, tum exemtis recentibus animalium oculis illuſtrari poſſunt.

Coroll. 1. Quoniam cornea, & humor aqueus convexum quoddam corpus aere denſius efficiunt, ſit, ut pupillam ii quoque radii ſubire poſſint, qui ſecus haud ſubirent; nam peracta refractione in arctius ſpatium coguntur, atque ita majore copia intrant in pupillam, redduntque viſionem magis diſtinctam.

Coroll. 2. Cornea præterea propter ſuam eminentiam majorem præbet viſui amplitudinem. Si enim plana forma eſſet, ea tantum corpora cerneremus, quæ directe ante oculum conſtituta eſſent; nunc autem etiam illa videmus, quæ certo intervallo declinant ad latera.

Coroll. 3. Denique cum lux ſenſum impellens alias debilior, alias vivacior ſit, neceſſe erat, ut in noſtra eſſet poteſtate plus minusve luminis admittere in oculum, quod conſequimur dilatatione, vel contractione pupillæ.

Diffi-

Digitized by Google

Difficultas quædam explicatur.

Scholion. Verum non levis hic ſe objicit difficultas. Cum enim ex natura lentis focus, ſeu punctum, in quo radii colliguntur, eidem magis, aut minus propinquum ſit, prout radii incidentes magis, minusve divergunt, & hæc radiorum ab ſeſe diſceſſio eo major ſit, quo vicinius eſt corpus lucidum, quæri utique poteſt, undenam fiat, ut idem oculus intra certum intervallum res tam vicinas, quam remotas fere æque diſtincte percipiat? Si enim in Fig. 29 radii A *b*, A *d* per humores oculi refracti colligantur in ipſo oculi fundo DD, radii B*b*, B*d* a viciniore quodam corpore venientes ultra fundum oculi e. g. in puncto *e* debent colligi, ſi in oculi poſitione nihil demutetur; radii contra C*b*, C*d* a remotiore aliquo corpore egreſſi concurrunt in *f*, priusquam eodem adveniant; utroque autem in casu viſionem perturbari, ac hebeſcere neceſſe eſt, cum impreſſio radiorum non fiat tunc in unico puncto, ſed in ſpatio notabili: & tamen experientia teſte res minutas intervallo inter diſtantias ſex, & viginti ſeptem pollicum interjecto diſtincte percipimus.

Sunt qui difficultate ſe expediant confugiendo ad contractionem, vel productionem oculi ope muſculorum factam, putentque diducto oculo fundum ejus adduci poſſe ad *e*, & contracto coarctari

At e gutta *m* ſtamina rubea, e gutta M violacea, ex intermediis cetera poſt binas reflexiones devenient, atque adeo colores dabunt multo languidiores.

Scholion. Veritas aſſertionis illuſtrari poteſt experimento, quo usus eſt Carteſius. Splendente sole suspendatur globus vitreus aqua plenus, & luſtretur in ea oculi poſitione, ut radii e globo in oculum illabentes cum solis radiis contineant angulum circiter 42 gr. tum enimvero ſpectabitur color ruber in parte globi a sole aversa; angulo deinde illo senſim diminuto comparebunt flavus, viridis, ac ceruleus in eadem globi parte. At ſi elevato globo idem angulus fiat circiter 50 gr. cernetur color ruber in parte soli obversa, eoque angulo pedetentim aucto, in conſpectum se dabunt flavus, viridis, ceruleus. Eadem evenient, ſi globo immoto poſitio oculi varietur.

Explicantur iridis phænomena.

61. Quodſi jam recta *a* O circa O T fixam sub eodem angulo *a*OT volvi concipiatur, efformabit arcum, per quem guttæ colorem violaceum remittentes diſtributæ ſint: idem de ceteris arcubus coloratis dicendum. Nascetur ergo iris interior habens latitudinem A *a*, itemque exterior latitudine M *m*, at colorum ordine contrario.

Coroll. 1. Videri iris interior non poteſt, ſi sol supra horizontem emineat gra-

gradibus 42. Cum enim angulus AOT = NAO ſit 42°, habebit pro menſura altitudinem ſolis, adeoque tunc radius AO evadit horizontalis, ſolumque apicem iridis ſpectandum exhibet. Quodſi altitudo ſolis major ſit, radius idem infra horizontem demerſus nullam iridis partem oculo repræſentat.

Coroll. 2. Sole in horizonte ipſo verſante iris integrum obtinet ſemicirculum. Nam tunc recta OT, in qua eſt centrum iridis, evadit horizontalis, ac proinde centrum iridis in ipſo horizonte ſitum eſt. Altitudo vero iridis externæ maxima ſupra horizontem eſt circiter 54 gr. 25'; internæ vero 42 gr. 17'.

Coroll. 3. Quoniam radiorum refrangibilitas pedetentim, ac ſine ſaltu per omnes gradus intermedios tranſit, facile adparet, unumquemque colorem iridis aliquam habere latitudinem oportere.

Coroll. 4. Cum poſſit idem eſſe ſitus oculi comparate ad guttulas roris herbæ incumbentes, quem pro videnda iride ſupra requiſivimus, patet poſſe interdum conſpici iridem in prato quopiam roſcido. Poſſe item eandem enaſci in guttulis aquarum proſilientium: poſſe etiam a radiis lunæ plenæ progigni.

Coroll. 5. In pluviæ guttulis multiplex reflexio, & refractio interdum fit: plures ergo, quam duæ, formari poſſunt irides, quæ tamen ob nimium radiorum languorem videri fere nequeunt: quodſi tamen nubes ſit admodum denſa, & cœ-

lum

lum e ſolis parte ſerenum, tres interdum ſunt adſpectabiles.

Coroll. 6. Quia diverſorum ſpectatorum oculi eandem ad easdem guttas poſitionem habere non poſſunt, plane intelligitur a pluribus ſimul, vel ab eodem ſpectatore in diverſis locis conſtituto non eandem, ſed diverſas videri irides.

Scholion. Ut iris exterior modo a nobis explicato generari poſſit, neceſſe omnino eſt formam guttarum a figura ſphærica nonnihil diſcedere: ſi enim ſphæricæ eſſe ponantur, chordæ ante, & poſt reflexionem eadem erunt longitudine (58), ac proinde etiam numerus vicium a primo ingreſſu uſque ad punctum primæ reflexionis, & hinc uſque ad punctum ſecundæ prorſus idem erit: cum ergo radius in ingreſſu fuerit in vice facilioris trajectionis, in fine primæ chordæ in vice facilioris reflexionis, erit etiam in fine ſecundæ chordæ in vice facilioris trajectionis; adeoque radii transmittentur omnes, non reflectentur. Quare neceſſe eſt, ut vel aeris agitatione figura ſphærica nonnihil immutetur, ac unum, alterumve vicium intervallum accedat, aut dematur; vel productio illa, & contractio alterna particularum lucis, unde vices illæ naſcuntur (49, & ſeq.), mutua earundem actione aliquantum varietur, dum earum plurimæ ad minimum ſpatium coarctantur in tranſitu per focos refractione, &

re-

reflexione ortos, & ſic ordo vicium perturbetur.

Quid halo?

62. *Halo*, ſive lucida quædam, & circularis area, ſuis non raro coloribus diſtincta, oritur circa ſolem, vel lunam refractione, & reflexione radiorum luminis. Et quidem circa ſolem fere comparet, quum per aerem diſperſus eſt tenuis quidam vapor, qui diſtinctum ſolis conſpectum non intercludat.

Ejusdem ortus.

Scholion. Ut halonis ortus probe cognoſcatur, ſit in Fig. 22 guttula vaporis, in quam radius ſolaris S A incidat, qui refractione ſeparetur in ſua ſtamina colorata, e quibus rubea emergant in B, cerulea in C. Quod ſi jam in Fig. 23 plures ejusmodi guttulæ circa ſolem ſparsæ ſint, fieri ſane poterit, ut e guttulis *a* emergentes radii rubei in oculo O conveniant, circulumque rubrum efforment: ſimiliter e guttulis *b* concurrere poterunt ſtamina cerulea, ac ex intermediis cetera his interjecta, ut ſic habeatur iris quædam circularis ſolem ambiens. Si ternæ in ejusmodi guttulis haberentur reflexiones, ut in Fig. 24, angulus ab incidente, & emergente radio comprehenſus pro rubris ſtaminibus eſſet 41 gr. 36″, 56″; pro extimis violaceis 37 gr. 8′, 42″; & hinc in halone color rubeus foret extimus, violaceus intimus. At ha-

lones hujus generis vix unquam conſpiciuntur; lumen enim duplici refractione, ac triplici reflexione valde hebeſcit. Si tamen globuli ponatur cum Hugenio glaciales, nucleos e nive concretos includentes, poterit fortaſſe ejusmodi halo ſensu percipi. Eodem fere pacto oriuntur *parhelius*, & *paraselene*, quæ ſunt imagines ſolis ac lunæ, refractione & reflexione luminis oriundæ.

CAPUT XIII.

De iis, quæ ad Opticam pertinent.

Quid oculus?

163. Antequam ea, quæ ad opticam pertinent, adgrediamur, neceſſe eſt oculi humani ſtructuram, & compoſitionem paucis explicare. Eſt autem oculus ſpecies globi cujusdam antrorſum nonnihil prominentis: inſeritur foveæ cuidam oſſeæ, quæ *orbita* dicitur, inque eadem ſex muſculorum ope omnem in partem verſari poteſt. Parte anteriore geminis defenditur *palpebris*, quibus adductis tegi, reductis patefieri poſſit. Id præterea officii palpebræ habent, ut mutabili ſua apertura lucis copiam moderentur, ne partes tenerrimæ lædantur: ſordes item nictu ſuo abſtergunt, & oculum, ut moveri

Digitized by Google

veri facilius poſſit, parteſque ejus anteriores pellucidæ maneant, lacrimis jugiter humectant.

Lacrimarum officium.

Scholion. In eorum gratiam, qui lacrimarum indolem & munus pernoſſe voluerint, pauca quædam adnotabimus. In Fig. 25 *glandula* E lacrimas veluti filtrans ſita eſt ad canthum majorem, ſeu ad interiorem palpebrarum angulum intra cavitatem orbitæ, & superiorem oculi globoſi partem; atque adeo quoties commovetur oculus, toties glandula hæc leniter comprimitur, & lacrimæ per complures ductus in ipsum oculi bulbum defluunt, & hinc quæmadmodum oculi motus lacrimas elicit, ſic hæ viciſſim ejus motum adjuvant. Cum vero canaliculi glandulæ, per quos excernuntur lacrimæ, ſiti ſint sub palpebra superiore, hæ effluentes partem primum superiorem, tum ſenſim totum oculi bulbum irrigant. Quia vero oculus globosus eſt, & palpebrarum cartilago in extremo margine, quo bulbum tangit, rotundus, angulus ex hoc actactu oriundus suum cuique palpebræ efficit ſtillicidium, quod lacrimas deducit versus interiorem palpebrarum angulum. Hanc ſtillicidiorum formationem adjuvat etiam pinguis ille humor, quo extremæ palpebræ imbuuntur; coercet enim lacrimas, ne diffluant, ut sane conſtat in vitris pinguedine illitis aquam ultra labra nonnihil adsur-

gentem contineri. Dum palpebris patentibus magna lacrimarum vis effluit, eæ guttularum inſtar depluunt de palpebra superiore, & gignunt in oculi globo quosdam veluti rivulos, qui continenti nictu per omnem oculi bulbum æquabiliter diſtribuuntur.

Quum dormientibus palpebræ clausæ sunt, nec tamen propter rotundatos margines interiores sese contingunt niſi exterioribus, ſtillicidia illa sese tangunt, ac in unum coalescunt, perque commune iſthoc ſtillicidium tanquam canalem quemdam lacrimæ ab exteriore oculi angulo versus interiorem fluunt, & illic lacunam quampiam efficiunt, explendo spatium, quod inter hunc angulum, & oculi bulbum interjacet. In interiore lacunæ hujus margine adsurgit tuber quoddam carneum, supra quod incedunt palpebræ dum clauduntur, atque adeo impediuntur, ne oculi globum omnino contingant, sed relinquant intervallum quoddam interpoſitum. In lacu hoc demersæ visuntur geminæ aperturæ A A hiantes in vertice totidem colliculorum, ſitorum ad majorem canthum, altero nimirum ad superioris, altero ad inferioris palpebræ marginem conſtituto. Aperturæ hæ, seu *puncta lacrimalia* sunt ora duorum tubulorum, qui uniti efformant canalem B pertinentem in *saccum lacrimalem* C, qui parte inferna coarctatus abit in *canalem nasalem* D, ac in nares deſinit, ubi deponit lacrimas, quas e lacu puncta.

Digitized by Google

cta illa lacrimalia attraxerunt; quæ quidem puncta cum ſint cartilaginea, ſemper patent, ſorbentque lacrimas ea proportione, qua eæ ad lacunam adfluunt: ſunt præterea verſus bulbum oculi paululum inclinata, præcipue cum palpebræ obſerantur; quare obturari haud poſſunt. Cauſſa autem lacrimas impellens in ea puncta, inde in ſaccum, ac demum in nares, eſt ipſa naturalis harum partium diſpoſitio efformans ſiphonem quemdam, cujus crus brevius BAA extremo ſuo AA in lacu lacrimarum demerſum eſt; crus vero productius BCD in nares deſinit, Conſ. Monum. Acad. Paris. A. 1734.

Oculi partes.

64. Jam ipſe oculi bulbus compluribus conſtat tunicis, ſeu membranis tenuiſſimis. Prima, quæ *adnata* dicitur, eſt velum quoddam tenuiſſimum candidum, oculo anteriori inductum, orbitam oſſeam minime ingrediens, ſed ſe quaquaverſus explicans, ac bulbum oculi perioſtio adnectens, & ne excidat, retinens; tum retro reflexum internam palpebrarum ſuperficiem efformans.

65. Extima membrana *a a* in Fig. 26 totum bulbum contegens eſt explicatio duræ, ut vocant, matris nervum opticum involventis. Membrana hæc qua parte opaca eſt *ſclerotica* dicitur; quum vero ad anteriora propagatur, ſenſim attenuatur, ac demum pellucet, & proter ſimilitudinem, quam cum cornu quo-

piam tenuiſſimo habet, *cornea* adpellatur. Sub hac ſita eſt membrana altera, quæ eſt explicatio piæ matris nervum item opticum ambientis, vocaturque *choroïdes*; parte autem anteriore ad *b b uvea*. Quanquam ſint, qui ſcleroticam, & choroidem velint eſſe membranas omnino peculiares, diversam a meningibus cerebri fabricam habentes. Uvea versus corneæ pellucentis marginem duplicatur, & parte anteriore corneam deserens format *iridem* planam, circularem, rotundo foramine pertusam in *c*, quod *pupilla* nuncupatur, nec eſt in media iride, sed naso aliquantum propior. Iris ipsa variis coloribus tingitur, conſtatque fibris musculoſis ad centrum ipſius radiorum inſtar contendentibus: sed & limbus ipse generis ejusdem fibris inſtructus eſt, quæ pupillæ contrahendæ, aut dilatandæ serviant, ac proinde aperturam ejus pro varia lucis adfluentis copia moderentur.

66. Pars aversa choroidis *d d* eſt *corona ciliaris*, quæ complexu suo ambit, ac ex adverso pupillæ suspensum tenet corpus quoddam pellucidum, lentis forma, versus oculi fundum magis convexum, quam parte anteriore, quod *humor criſtallinus* audit. Medulla nervi optici explicatione sua tertiam tunicam *f f* efficit, quæ veſtit totum oculi fundum, & propter reticuli ſimilitudinem *retina* nominatur.

67.

67. Triplex inter has tunicas interjacet cavitas: prima nimirum inter corneam pellucentem, ac iridem; altera inter iridem, & humorem criſtallinum, quæ ope pupillæ ſeſe complectentes continent *humorem aqueum* g g; tertia longe amplior inter humorem criſtallinum, & oculi fundum repletur *humore vitreo* h h, ſeu materia pellucida nonnihil conſiſtente.

68. Demum totus oculus parte interiore adhæret *nervo optico* i i, qui ſubit in oculi bulbum paulo infra planum horizontale per medium oculum tranſiens, loco fere intermedio admodum oblique: hinc *axis opticus*, ſive linea in corneam perpendicularis, & per oculi centrum tranſiens non cadit in nervum opticum, ſed inter eum, angulumque oculi exteriorem terminantur.

Explicatur viſio.

69. Ex his viſionis modus facile perſpicitur. Humor ſcilicet criſtallinus ad lentis vitreæ ſimilitudinem plurimum accedit, jacetque inter duo fluida rariora; ac proinde idem plane præſtare debet, quod lens vitrea radio per aerem delato objecta. Si ergo in Fig. 27 e puncto radiante A egrediatur conus luminis, ac in criſtallum C incidat, peracta refractione poteſt utique in oculi fundo colligi ad punctum a, ut de lente infra demonſtrabitur, & illic vivax quædam imago puncti A imprimi. Idem in

Digitized by Google

Fig. 28 de duobus, tribus &c. conis lucidis perſpicuum eſt, qui omnes quum in oculum ſubeunt, mutantur in alios totidem conulos, quorum bases priorum baſibus opponantur, apices in oculi fundo terminentur. Ubi illud quoque patet impreſſiones e diverſis rei objectæ punctis proficiſcentes minime confundi, imaginemque ex iis exſiſtentem ſitum obtinere contrarium; quæ omnia tum pervagatis cameræ obſcuræ experimentis, tum exemtis recentibus animalium oculis illuſtrari poſſunt.

Coroll. 1. Quoniam cornea, & humor aqueus convexum quoddam corpus aere denſius efficiunt, ſit, ut pupillam ii quoque radii ſubire poſſint, qui ſecus haud ſubirent; nam peracta refractione in arctius ſpatium coguntur, atque ita majore copia intrant in pupillam, redduntque viſionem magis diſtinctam.

Coroll. 2. Cornea præterea propter ſuam eminentiam majorem præbet viſui amplitudinem. Si enim plana forma eſſet, ea tantum corpora cerneremus, quæ directe ante oculum conſtituta eſſent; nunc autem etiam illa videmus, quæ certo intervallo declinant ad latera.

Coroll. 3. Denique cum lux ſenſum impellens alias debilior, alias vivacior ſit, neceſſe erat, ut in noſtra eſſet poteſtate plus minusve luminis admittere in oculum, quod conſequimur dilatatione, vel contractione pupillæ.

Diffi-

Difficultas quædam explicatur.

Scholion. Verum non levis hic ſe objicit difficultas. Cum enim ex natura lentis focus, ſeu punctum, in quo radii colliguntur, eidem magis, aut minus propinquum ſit, prout radii incidentes magis, minusve divergunt, & hæc radiorum ab ſeſe diſceſſio eo major ſit, quo vicinius eſt corpus lucidum, quæri utique poteſt, undenam fiat, ut idem oculus intra certum intervallum res tam vicinas, quam remotas fere æque diſtincte percipiat? Si enim in Fig. 29 radii A *b*, A *d* per humores oculi refracti colligantur in ipſo oculi fundo DD, radii B*b*, B*d* a viciniore quodam corpore venientes ultra fundum oculi e. g. in puncto *e* debent colligi, ſi in oculi poſitione nihil demutetur; radii contra C*b*, C*d* a remotiore aliquo corpore egreſſi concurrunt in *f*, priusquam eodem adveniant; utroque autem in caſu viſionem perturbari, ac hebeſcere neceſſe eſt, cum impreſſio radiorum non fiat tunc in unico puncto, ſed in ſpatio notabili: & tamen experientia teſte res minutas intervallo inter diſtantias ſex, & viginti ſeptem pollicum interjecto diſtincte percipimus.

Sunt qui difficultate ſe expediant confugiendo ad contractionem, vel productionem oculi ope muſculorum factam, putentque diducto oculo fundum ejus adduci poſſe ad *e*, & contracto coarctari

ad *f*, & ſic diſtinctam utroque in caſu viſionem obtineri. Verum hæc oculi mutatio tanta eſſe vix poteſt, quantam requirunt diſtinctæ viſionis limites, qui magnum ſæpe intervallum complectuntur. Sane hæc oculi immutatio ad habendam diſtinctam viſionem foret beſtiis ipſis perinde neceſſaria; videtur autem in quibusdam, ut in balena, ſclerotica durior eſſe, quam ut eam mutationem ſubire poſſit. Adde in quibusdam hominibus tantum eſſe viſionis diſtinctæ intervallum, ut neceſſe eſſet oculi longitudinem in iis duplo crescere, quemadmodum notat Graveſandius. Alii exiſtimant humorem criſtallinum versus fundum oculi poſſe adduci, vel inde removeri. Sed ne hæc quidem variatio tanta eſſe poſſe videtur, quantam illud viſionis intervallum poſtulat. Jurinus quæſtionem enodaturus obſervat primum tralucentem corneam flexibilem eſſe, ac non parum elaſticam, poſſe proinde reddi magis convexam, ſi ejus limbus retrorſum trahatur; hac autem actione ceſſante redire ad priſtinam poſitionem. Deinde uveam ipſam, quæ musculis referta ſit, coarctari poſſe. Denique humorem criſtallinum includi membranæ cuidam tanquam capſulæ, modico interjecto humore aqueo, partemque ejus capſulæ poſteriorem adnecti membranæ tenui humorem vitreum continenti: ligamina item ciliaria una parte adhærere capſulæ hujus margini, altera illic terminari, ubi cor-

nea

nea transparens jungitur ſcleroticæ. Quando ergo oculus ſitum ſuum naturalem obtinet, res minutas ſatis diſtincte pervidet intervallo circiter 15, aut 16 pollicum: quum eæ propius admoventur, uvea conſtringitur, & cornea magis convexa redditur, atque adeo prima radiorum refractio creſcit, ſicque compenſatur major eorundem a ſese diſceſſio e rerum vicinitate oriunda. Sin autem res illæ ultra id intervallum removentur, ligaminibus ſeſe contrahentibus capſulæ margines adducuntur, & aqua inter eam, humoremque criſtallinum concluſa verſus margines propellitur, unde medium humoris criſtallini evadit minus convexum, & compenſatur minor radiorum divaricatio e rerum objectarum longinquitate redundans. Quod ſi præterea accedat aliqua in figura totius oculi mutatio, propoſita difficultas ſatis probabilem habitura eſt enodationem.

Quodnam præcipuum viſus organum?

70. Moleſtior alia ſe offert controverſia de præcipuo viſionis organo. Illud ſatis exploratum eſt, viſionem non in oculo, ſed in cerebro perfici, ad quod omnes impreſſiones oculis acceptæ ope nervi optici propagantur; ſicuti nec tactus peragitur in digito, cum conſtrictis brachiis, atque adeo impedita impreſſionum propagatione, digito explorari non poſſit durum an molle, aſperum an læve ſit corpus, quod contingitur. Quæſtio igitur

in eo hic omnis vertitur, quænam ſit illa oculi pars, in qua impreſſæ rerum objectarum imagines αμεσως, seu continenter propagentur ad cerebrum tanquam ad animæ sedem. Sunt, qui functionem hanc retinæ, sunt, qui choroidi adſingent.

Argumenta pro choroide adversus retinam.

71. Qui choroidis defenſionem susceperunt, hunc fere in modum cum Mariotto, & Catio disputant. 1) Poſteaquam comperit Mariottus nervum opticum non eſſe in medio oculi fundo, sed nonnihil versus nasum retrahi, experiundum ſibi eſſe putavit, quidnam eventurum eſſet, ſi rei objectæ imago directe in radicem nervi optici incideret. Hoc ut consequeretur, in muro aliquantum fusco ad sui oculi altitudinem collocavit fruſtum chartæ candidæ, in quod obtutum deinde defigeret. A dextro latere intervallo duorum circiter pedum loco paululum depreſſiore aliud fruſtrum conſtituit, tum ex adverso prioris conſiſtens obtutum dextrum (nam ſiniſtrum oculum semper habebat clausum) in illud defixit, ambasque ſimul chartas conspexit. Receſſit deinde senſim eo conſilio, ut secundæ chartæ imago in nervum opticum incideret, quod cum in diſtantia decem circiter pedum consequeretur, charta illa secunda subito evanuit, quanquam res aliæ dexteriores adhuc cer-

cernerentur. Idem hoc experimentum & ipse, & deinceps Catius cum diverſiſſimis adjunctis creberrime repetiit eventu ſemper eodem. Hinc autem luculente ſequitur medullam nervi optici, in quam tunc impreſſio fiebat, ac proinde & retinam, quæ ejusdem explicatio ſit, ſenſioni ineptam eſſe, requirique, ut rerum imagines incidant in choroidem.

2) Cerebri medulla, atque adeo etiam retina, celeberrimorum, ut ait Catius, chirurgorum teſtimonio inciſione adhibita nullam parit ſenſionem: multo ergo minus pariet ad leniſſimam luminis impulſionem. 3) Meryus felis in aquam demerſæ oculum diligentiſſime explorans deprehendit retinam tam eſſe pellucentem, ac humores ipſos: tam ergo parum eſt idonea propagandis impulſibus, quam parum ipſi humores, cum impreſſiones perinde libere per eandem tranſeant. Nec juvat ineſſe in retina quiddam opaci fere inſtar chartæ oleo imbutæ: hinc enim id ſolum conſequitur, quod nonnihil lucis intercipiat, atque ſic impreſſiones moderetur; non vero quod ſit aptum viſioni organum, quæ functio utique debetur choroidi, in quam plerique radii per retinam tranſmiſſi incidunt. 4) Inſunt in choroide omnes veri organi proprietates. Eſt imprimis continuatio quædam piæ matris, quæ eſt commune ſenſionum omnium inſtrumentum: eſt deinde ſolida, elaſtica, admodum irritabilis, inducta ſpecie quadam atrati

vil-

villi radiis abſorbendis, & excipiendæ imagini aptiſſimi: debet autem viſionis organum cumprimis eſſe abſorbens; ſi enim pulſus acceptos reflecteret, ii reflexi, ac in alias oculi partes impacti repetitis reflexionibus viſionem omnino confunderent: hinc senes, in quorum oculis nigror ille senſim in pallorem vertitur, confuſe plerumque vident. 5) Quum oculi cujusdam aciem exploramus, hominem in pleno solis radio conſtituimus, tum oculum explorandum, diu ante clauſum, subito aperire jubemus; & ſi quidem iridem nimium contrahi advertimus, pro oculi bonitate pronunciamus. Jam iris idcirco contrahitur, quod proprium viſus organum nimia luce irritatur, & quaſi vellicatur: illud ergo habendum eſt genuinum viſus organum, cujus titillationem iridis contractio sequitur; atqui pars ea certe quidem eſt choroides, cujus continuatio quædam eſt iris, nec habet ullam cum retina copulationem.

Argumenta pro retina adverſus choroidem.

Scholion Qui contra choroidem pro retina depugnant hæc fere in medium adferunt. 1) Medullam in baſi nervi optici, in quam lucis radius in Mariotti experimento incidit, nondum satis explicari, sed eſſe velut in nodum collectam: igitur effici inde haud poſſe retinam radiorum pulſibus non eſſe irritabilem.

ſem. Dici præterea poſſe nervum opticum eo loco cavum eſſe, atque idcirco extremas fibras a luce in eam cavitatem cadente non affici. At ut nodum eum daremus, de quo tamen explorati nihil habemus, vix tamen inde adversus Mariotti experimentum quidquam concluderetur. Si enim medullà nervi optici in retinam explicata, & adeo subtiliter diducta, ut pelluceat, capax eſt impreſſionum, longe profecto capaciorem eſſe oportebit ibi, ubi magis collecta, & condensa eſt; quod quidem ſi non conceditur, tota lucis impulſio conſiſtet in retina, nec ad cerebrum usque per opticum nervum deferetur, cum in eo nervo medulla multo magis compacta ſit, quam in ejus baſi satis explicata. Quod alterum attinet, cavitas illa nullo indicio fingitur, neque Muschenbroekius, cujus ea suspicio eſt, ullam ejus attulit observationem: imo nervum opticum medulla undique refertum eſſe inter omnes convenit.

2) Si Mariotti experimento concluderetur retinam, seu nervi optici medullam non eſſe senſionis capacem, ajunt fore consequens, ut, cum in rem quampiam obtutum defigimus, semper quædam corpora ex utroque ejus latere collocata ex oculis evanescant, a quibus scilicet venientes radii in nervum opticum incidunt; id autem repugnare experientiæ. Verum in promtu eſſe videtur responſio. Semper omnino evanescunt

cunt quædam corpora comparate ad eum oculum, in cujus nervum opticum radii ex iisdem incidunt; manent nihilominus alteri oculo conſpicua: radii enim ab eodem corpore dimanantes nunquam cadunt in ambobus oculis ad nervum opticum, ac proinde alterutro ſemper videntur. Si autem uno duntaxat oculo utimur, reapse evaneſcunt; pernicitas tamen, qua oculos volvimus, facit, ne ſubita illa, & breviſſimi temporis digreſſio advertatur.

3) Pequetus arbitratur in eo retinæ loco eſſe truncum quemdam vaſculi ſanguine referti, quo luminis actio intercipiatur, ac proinde nihil inde adverſus retinam poſſe concludi. At actio luminis per ejuſmodi vaſcula, & liquores liberrime ſane pervadit, maxime ſi liquores tam ſint ſubtiles, quam ſolent eſſe in retina, quod quidem Pequetus ipſe adſentiat neceſſe eſt; aliter enim nulla plane viſio erit diſtincta, cum retina vaſculis ejuſmodi undique reſperſa ſit.

4) Perauitus concedit in caſu memorato nullam haberi viſionem propter defectum choroidis, negant tamen inde effici choroidem eſſe præcipuum viſus organum: eget enim, inquit, retina choroide idcirco ſolum, ut in eam projiciat radios, ſicuti vitrum ſpeculi eget bractea, vel argento vivo. Sed enim choroides nigro quodam villo, uti ante diximus, obducitur, qui non remittit, ſed

ab-

abſorbet impreſſiones. Quare rectius, mea quidem ſententia, colligeret Peraultus hunc in modum: ſicubi choroides deeſt, illic & viſio deficit: ergo choroides tam eſt neceſſarium viſionis organum, quam bractea effectuum in ſpeculo occurrentium; atqui in ſpeculo bractea profecto eſt, quæ diſtinctas rerum imagines remittit, totumque ſpeculi effectum præſtat, (vitrum enim tantum ad figendam bracteam, & radios in eam transmittendos adhibetur): igitur & in oculo choroides eſt, quæ totam viſionis functionem obit, retina vero officio ſolum vitri ſpecularis fungitur. Habet tamen hæc alios præterea uſus: coercet enim humorem vitreum, & criſtallinum: promovet in coronam ciliarem liquorem ciendis motibus neceſſarium: recipit, moderatur, & quaſi accommodat pulſiones organo, quas tamen haud aliter recipit, quam charta oleo imbuta rerum extra cameram obſcuram poſitarum imagines, ubi non charta utique, sed oculus poſt ipsam conſtitutus viſionem peragit.

5) Sed argumenta omnium validiſſima iſta ſunt: adeſſe medullam illam nervorum in organis aliorum ſenſuum, & ejusdem ope ſenſionem effici: nervo optico per morbos in cavo calvariæ læſo viſum perire in illo oculo, cui nervus respondet, tametſi choroides maneat integerrima; & alia his affinia, quibus enucleandis conſulto abſtinebimus, ut ad

do-

doctrinæ hactenus explicatæ corollaria aliquando veniamus.

Explicantur phænomena viſionis.

Coroll. 1. Quoniam rem quamlibet unicam, atque individuam cernimus, ſunt qui exiſtiment, nos idem corpus nonniſi unico oculo cernere. Sed atteſtante experientia, quum oculi æquales ſunt, clarius certe res eaſdem videmus utroque, majoremque earundem partem complectimur, quam alterutro: cumque rerum imago in choroide utriusque oculi æque depingatur, nulla ſuppeditat ratio, cur uno vidente alter veluti feriatus obtorpeat. Alii opinantur re vera nos omnia bina videre, cum geminis oculis utimur, ſolaque aſſuetudine, & longa experientia judicia noſtra corrigi. Verum utcunque iſtuc ſit, probabiles ſuppetunt rationes, cur duobus oculis rem quamlibet ſimplicem videamus. Cum enim choroides utroque in oculo ejusdem plane texturæ ſit, eademque gaudeat vi elaſtica, quando ambo oculi in rem eandem diriguntur, imagines ejus in utroque cadunt in partes prorsus ſimiles, adeoque ambæ ſenſiones inde exſiſtentes ſunt quaſi uniſonæ, unamque, ac eandem ideam excitant in anima, quemadmodum ſonus qui ambas aures, odor qui ambas nares impellit. Hinc ſi caſu fortuito imagines incidant in partes choroidis diſcrepantes, ac diſſimiliter poſitas, tunc enim vero res eadem duplex ad-

adparebit, quod uſu non raro venit illis, qui violentis laborant capitis doloribus. Adde apices conorum lucidorum e ſingulis rei objectæ punctis in unum, ac alterum oculum incidentium penitus congruere, dum ambos oculos in eandem defigimus: quare cum anima universe illuc referat objectum, ubi coni illi suam habent originem, fit, ut unumquodque adpareat ſimplex. Unde ſi alteruter oculus digito detorqueatur, atque ſic apices conorum divaricentur, res objecta geminabitur.

Coroll. 2. Hinc etiam proficiſcitur, quod corpora ſitu naturali videamus, licet eorum ſimulacra in choroide inverſa depingantur. Ex lege enim, quæ eſt inter animam, & corpora extrinſecus poſita, res quælibet eo loco cernitur, unde radius oculum impellens proficiſcitur; radius autem partem choroidis inferiorem pervellens venit e. g. ex apice turris; qui vero in ſuperiorem ejus partem incidit, a baſi reflectitur. Non tamen deſunt graves phyſici, qui putent nos de naturali rerum ſitu ſolo tactu edoceri, ejusque continenti experientia recte judicandi habitum contrahere. Iidem arbitrantur hominem a primo exortu cæcum, ſi adulta ætate oculorum uſum conſequeretur, corpora externa inverſa omnino eſſe viſurum. Adferunt in eam rem exempla Voltairius, & Catius: prioris verba ſunt in Elem. Phil. Newt. p. 81. „ Anno 1729. D. Cheſelden ex eorum

„ chi-

„ chirurgorum numero, qui manuum
„ dexteritati mentis etiam acumen ad-
„ jungunt, perſuaſus poſſe nato cuidam
„ cæco viſum conferri, ſtatuit operatio-
„ nem adgredi (cæcitas autem e pupil-
„ la penitus interclusa exſiſtebat). Pe-
„ racta operatio ſucceſſu non caruit.
„ Juvenis annorum circiter 14 lucem
„ primam aſpexit. Longo tempore ne-
„ que diſtantias, ſitus, aut figuras cor-
„ porum diſtinguebat. Objectum digiti
„ magnitudine ante oculos poſitum, do-
„ mumque remotiorem contegens putabat
„ paris cum domo eſſe magnitudinis.
„ Quidquid videbat, oculos ſuos contin-
„ gere exiſtimabat, ſicuti contingunt cu-
„ tem ea, quæ tactu percipimus. Quod
„ antea tactu rotundum eſſe deprehen-
„ derat, viſu deinde nequibat ab eo diſcri-
„ minare, quod angulatum, & confra-
„ goſum experiebatur, nec oculo diſcer-
„ nere, quid in re quavis ſummum,
„ quid imum eſſet. Tantum aberat, ut
„ magnitudines cognoſceret; ut quum
„ demum advertiſſet domum totam con-
„ clavi ſuo majorem eſſe, miraretur ad-
„ modum, quonam id pacto ſolo viſu
„ poſſit deprehendi. Quærebat identi-
„ dem, uter ſenſus, viſus, an tactus
„ eum falleret„. Et certe noſtra hiſce de rebus judicia plurimum adjuvari ab experientia patebit ex iis, quæ jam de magnitudinum viſione dicturi ſumus.

Coroll. 3. Angulus, quem duo radii ab extremis objectæ rei partibus dimanan-

tes

tes in eodem oculo efficiunt, definit adpatentem magnitudinem: nec enim alia adferri poteſt ratio, cur lentium ope eadem tantopere augeatur. Quare tametſi plures magnitudines reapse inter se æquales ſint, eodemque ſitu poſitæ, quia tamen remotiores sub minori angulo videntur, etiam minores adparent. Hinc spatia parallela, quantum recedunt ab oculo, tantum coarctari videntur: turrim, ſiquis ad ejus baſim conſiſtat, putat propendere, cum ejusdem altitudo, & spectatoris verticalis parallelæ ſint: mare in partibus remotioribus censetur adsurgere, cum ejus superficies, & linea horizontalis per oculum aspicientis tranſiens, ſint item parallelæ. Quod ſi idem angulus non ſit notabilis, evanescit objectum ex oculis, id quod fit in corporibus valde remotis. Hinc figuræ angulatæ de longinquo adparent rotundæ, quia nempe latera ob exiguum, quem subtendunt, angulum oculis subducuntur.

Scholion. Quum ex angulo illo optico de rerum magnitudine judicium ferimus, omnino aliquam diſtantiæ rationem ſimul habemus. Nam ſiquid longiſſime remotum sub angulo parvo cernimus, illud magnum eſſe arbitramur, ſi quidem diſtantiam advertimus: hanc autem fere æſtimamus ex interpoſitu corporum, quæ oculis percurrentes in unam veluti summam cogimus. Sic dum videmus hominem primum quidem 100, deinde 50

pas-

paſſuum intervallo disjunctum, ejusdem fere opinamur eſſe magnitudinis, quia scilicet tum ad diſtantiam advertimus, tum juſtam hominis ſtaturam jam ante animo informatam habemus. Tacita vero hæc diſtantiarum comparatio etiam in rudibus obtinet, sed propter aſſuetudinem non advertitur, ut fit in muſico, qui ſine præsenti attentione ex arte canit. Simile quid efficit in beſtiis recordatio magnitudinum toties jam e propinquo visarum; neque enim lepus intervallo 100 paſſuum venatorem fugeret, ſi ei ex illius anguli proportione ipſius magnitudo adpareret.

Coroll. 4. Corpora moveri tunc percipimus, cum eorum imago in choroide ab uno puncto in aliud pedetentim tranſit; quod quia etiam tunc usuvenit, quum immoto corpore extraneo oculus ipse movetur, in confeſſo eſt hinc definiri haud poſſe, utrum verus, an adparens duntaxat ſit motus. Si corpus ante oculos rapide feratur, sæpe illi & figuram, & magnitudinem, qua caret, attribuimus, ut ſi ardens titio in orbem celerrime agatur: nam tunc corporis ejusmodi imago de uno choroidis puncto in aliud rapidiſſime tranſit, & impreſſio facta in priore puncto adhuc perdurat, quando in secundo, tertio &c. jam sentiri incipit: hinc in omnibus locis, ad quæ senſim pervenit, ſimul eſſe videtur. Si angulus, quem subtendit spatium tempore aliquo notabili decursum, ſit admodum exi-

exiguus, mobile putatur ſtare, quemadmodum in planetis evenit; tunc enim ſitus imaginis in choroide mutatur per gradus, qui percipi nequeunt. Si denique tam oculus ipse, quam mobile eadem velocitate, ac itinere ferantur, manet imago conſtanter in eodem oculi puncto; quare motum non perſentiſcimus.

Coroll. 5. Sol, aut luna oriens major adparet, quam circa meridiem. Cauſſæ hæ reddi poſſunt. 1) Cum radiis plurimis vaporum interjectu impeditis eorundem lumen debilitetur, putamus ex quadam aſſuetudine eam debilitatem a longinquitate provenire, lucem contra versus meridiem pleniorem a majore vicinitate: manente autem eodem angulo optico illud corpus majus adparet, quod remotius eſſe arbitramur; cum eundem angulum in loco viciniore minus, in remotiore majus corpus ſubtendat. 2) Quoniam lux in meridie eſt multum vivida, oculi pupilla coarctatur, quæ ad lumen debilius in ortu, vel occaſu dilatatur: major vero pupillæ amplitudo rerum imagines, atque adeo adparentes magnitudines majores reddit. 3) Ipsa plurimorum in horizonte corporum interpoſitio facit, ut aſtra illa prope ortum, vel occaſum magis diſtare, & hinc majora eſſe videantur: ſi enim teleſcopiis, rerum interjectarum conſpectum prohibentibus, inſpiciantur antequam inermi oculo viſa ſunt, multum de ea magnitudine tollitur. 4) Vulgo notiſſimum eſt corpora

pora lente convexa inſpecta augeri, & viciniora reddi, idque eo magis, quo lens ab oculo longius removetur: ad hæc aerem vaporibus, atque exhalationibus refertum telluri circumfundi inſtar ſphæræ cujusdam concentricæ, in cujus superficiem incidentes radii versus telluris centrum refringantur: denique ſpectatoris oculum a variis aereæ superficiei partibus varie diſtare; minimam eſſe diſtantiam verticalem, ceteras, eo majores, quo a verticali magis recedunt, horizontalem omnium eſſe maximum. His conſtitutis, dum sol in medio versatur cælo, cernitur per radios in ea aereæ superficiei parte refractos, quæ oculo eſt viciniſſima: at in horizonte videtur per radios in parte disjunctiſſima refractos: hinc sol oriens, aut occidens conſpicitur quaſi per lentem ab oculo remotiſſimam; in meridie contra quaſi per lentem propiorem; in casu ergo priore diametrum ejus increſcere neceſſe eſt.

Quæ oculi crebriora vitia?

72. Sunt vitia quædam oculi frequentiora. Quidam minuta objecta diſtincte pervidere nequeunt, niſi in diſtantia admodum parva, atque idcirco *myopes*, quaſi muris visu gaudentes adpellantur. Habent hi oculi humores nimium convexos comparate ad eam diſtantiam, qua humor criſtallinus abeſt a choroide: unde radii ex intervallo 15, aut 16 pollicum venientes non satis divergunt ſpectatis re-

refractionibus, quas ſubire debent, ac proinde jam ante choroidem concurrunt. Quare admovenda ſunt cjusmodi oculo corpora, ut radii magis divergant; eritque perceptio clarior, quam ſoleat eſſe in oculis vulgaribus: propter vicinitatem enim major lucis copia adfunditur.

Coroll. Quoniam lente concava, ut infra dicemus, radii magis divergentes redduntur, id genus lente myopum viſus adjuvari poterit, eadem tamen opera rerum magnitudines diminuentur.

73. Qui exigua corpora diſcernere nequeunt, niſi in diſtantia juſto majore, *presbytæ* vocantur, quod hoc vitium familiare ſoleat eſſe ſenibus. Horum humores aut parum ſunt convexi; aut progreſſu temporis de vi ſua refringendi plurimum perdiderunt: unde radii de propinquo venientes nimium iis divergunt, attinguntque choroidem, antequam uniantur. Neque poſſunt ſemper ſibi mederi removendo res objectas ab oculis; nam eæ interdum adeo minutæ ſunt, ut in paulo majore diſtantia angulum ſubtendant haudquaquam notabilem.

Coroll. 1. Juvant hos convexæ lentes, quibus efficitur, ut radii minus divergant, aut paralleli, convergentesve reddantur. Quare ſi lentis convexitas defectui oculi accommodetur (quod e dioptricæ legibus facile definitur dato intervallo, ad quod removeri debet corpus, ut a presbyta diſtincte cerni poſſit) perſpicuum eſt ejus

ope radios incidentes poſſe in choroide ipsa uniri, atque ita viſionem diſtinctam obtineri.

Coroll. 2. Hinc vero & illud facile perſpicitur, cur juvenes oculo valentes trans id genus lentes confuse videant: nimirum naturalis radiorum divaricatio eorum oculis convenit, qui admota lente uniuntur, priusquam attingant choroidem. Imo ne senes quidem juvantur ejus ope ad magnas diſtantias; cum enim tunc radii fere paralleli incidant, trajecta lente convergunt, adeoque per humores oculi, quos jam convergendo intrant, ante choroidem uniuntur.

Origo ſtrabonismi.

74. Eſt aliud vitium in pueris haud infrequens, cum scilicet alteruter oculus a re, in quam obtutus defigendus eſt, detorquetur. Qui eo laborant vulgo *ſtrabones*, aut *luſci* nuncupantur. Oritur id vitium e nimia oculorum inæqualitate: ſi enim ea certum quemdam gradum excedat, nequeunt ambo ſimul oculi idem diſtincte percipere, cum imago in uno confusa impediat diſtinctam, quam alter haberet, ſi solus adſpiceret. Quare cum naturali quadam inclinatione semper conemur videre, quam fieri poteſt diſtinctiſſime, contrahimus habitudinem unum oculum a cernendis rebus detorquendi, ut solus ille agat, qui eas diſtincte videre poteſt.

Coroll. 1. Luſcus nunquam cernit eandem

dem rem utroque oculo, ſed vitioſum plerumque verſus naſum detorquet; in hoc enim ſitu directio ejus plurimum diſcedit a directione valentis: & licet eam diſceſſionem perinde conſequi poſſet eundem in alterum latus deflectendo, tamen verſus naſum declinando id commodi nanciſcitur, quod naſus in ea parva diſtantia maximam rerum objectarum partem contegat, quarum impulſiones valentis oculi viſionem turbare poſſent. Adde, quod iris ex ea parte anguſtior ſit, adeoque pupilla ejuſdem margini propinquior, & hinc verſus eam partem facilior declinatio. Uno tantum oculo luſcum cernere facile deprehendes. Colloca eum ex adverſo feneſtræ in plena luce, offerque illi minutum quiddam, e. g. calamum, ac in id obtutum defigi jube. Explora tunc ejus oculos, advertes facile, uter eorum dirigatur in calamum: claude manu ex improviſo eum oculum, & repente, qui putabat ſe utraque acie videre, mirabitur calamum evanuiſſe, cogeturque reflectere oculum, & in calamum intendere, ut eum conſpicere denuo poſſit.

Coroll. 2. Si oculorum inæqualitas ultra $\frac{3}{10}$ intervalli diſtinctæ viſionis non aſcendat, poteſt malo huic remedium adferri, claudendo nimirum ſæpiſſime oculum valentem, & ſolum vitioſum adhibendo, rebuſque contuendis directe obvertendo; hoc enim pacto ejus dirigendi habitudo quædam contrahetur. Curatos interdum hac ratione luſcos legimus. Sin

natione non omnem vitari turbationem; quia tamen diſſimiles illæ rerum imagines & figura, & magnitudine plurimum diſcrepant ab objecto, in quod ſanus oculus defixus eſt, hujus effigies longe minus impeditur ab illis, quam impediretur ab alia ſimili. Confimat responsum D. Buffon sua ipſins experientia. „ Ego, inquit, „ visum habeo admodum brevem, & oculos aliquantum inæquales, dextrum „ nempe ſiniſtro nonnihil debiliorem. „ Legendis minutis characteribus, aut „ malæ scripturæ, imo etiam diſtincte „ cernendis exiguis rebus, ſi lumen ſit „ languidum, unico utor oculo. Observavi ſæpiſſime ambos adhibendo literas „ minutas videri mihi male terminatas; „ & detorquendo dextrum, soloque ſiniſtro utendo, imagines characterum pariter detorqueri, & a ſiniſtri oculi imaginibus separari, hasque remanere „ clariſſimas, ac diſtinctiſſimas. Si autem „ dexter oculus dirigatur ad alium libri „ locum, is, utpote priori diſſimilis, „ adparet mihi in diverso plano, nec me „ afficit, aut viſionem ſiniſtri oculi turbat. Hæc oculi dextri senſio multo „ minus fit notabilis, ſi oculus hic, ut „ inter legendum mihi plerumque evenit, feratur extra chartæ plagulam, & „ cadat in folii marginem: cum enim „ limbus ſit æquabiliter candidus, vix „ adverto me dextro oculo quidquam „ percipere „. Idem experiri quivis poterit, tametſi æquis viribus pollentes

habeat oculos: ſi enim convexam lentem intervallo dimidii pollicis alteri oculorum opponat, tollet oculorum æquilibritatem; ſi ergo velit oculo utroque legere, videbit in literis confuſionem, quam tollet claudendo armatum oculum, & ſolo inermi adſpiciendo.

3) Alii opinantur id vitium inde proficisci, quod pars retinæ reſpondens axi optico ſit ceteris magis irritabilis, nec habeantur rerum viſarum imagines niſi in hac parte diſtinctæ. Si ergo in alterutro oculo pars hæc accurate non reſpondeat extremo axis optici, oculus detorquetur, ut axis ejus opticus attingere queat partem illam irritabilem male collocatam. Verum hæc opinio vel inde refellitur, quod cum oculus valens homini lusco clauditur, alter, qui vitio laborat, in ſitu priore non permaneat, ut ſane deberet, ſi ſitus ille diſtortus ad viſionem diſtinctam requireretur: redit ergo altero clauso ad poſitionem debitam, ut diſtincte, & directe videat; atque adeo non propterea detorquebatur, ut commentitiam illam retinæ partem deprehendat.

4) Alii censent in cauſſa eſſe inæqualitatem virium, & defectum æquilibritatis, quæ inſit in oculorum musculis. Sed vitium in musculis quidem plerumque nullum eſt; nam clauso, ut diximus, oculo sano vitiosus perinde directe, & legitime vertit se in res objectas, ac alter. Adde teſtimonium D. Buffon ſcribentis ſe in plurimis luscis

ad-

adpoſuiſſe digitum palpebræ oculi valentis clauſi, advertiſſeque motiones hujus alterius motibus plane reſpondiſſe, atque inter muſculos perfectam fuiſſe æquilibritatem.

CAPUT XIV.

De iis, quæ ad Catoptricam pertinent.

Varietates reflexionum.

75. Quum radii lucis e politis ſuperficiebus, quas *ſpecula* deinceps vocabimus, reflectuntur, diverſi caſus poſſunt occurrere; tres nimirum ex parte radiorum incidentium, ac totidem ex parte ſpeculorum eosdem remittentium. Nam radii incidentes vel paralleli, vel divergentes, vel convergentes ſunt: ſpecula vero vel plana, vel convexa, vel concava. In poſtremis hiſce perſpicuum eſt non omnes radios æque inclinari ad reflectentem ſuperficiem.

Leges ſpeculorum planorum.

76. Si experimentis ſedulo inſtitutis rem in examen vocemus, has in planis ſpeculis leges deprehendemus. 1) Radii paralleli poſt reflexionem ſunt item paralleli. 2) Radii divergentes poſt reflexionem eodem plane modo divergunt. 3) Radii convergen-

tes poſt reflexionem eodem plane modo convergunt. Hæc omnia manifeſte conſequuntur ex æqualitate angulorum incidentiæ, & reflexionis (7 cor. 1). 4) Objectum ſemper adparet poſt ſpeculum eo plane loco, in quo perpendiculum ex eodem in ſpeculum cadens, quod cathetus incidentiæ dicitur, concurrit cum reflexo radio. 5) Imago objecti ejuſdem prorſus eſt magnitudinis, cujus objectum ipſum eodem intervallo ſpectatum.

Convexorum.

77. In convexis ſpeculis hæc obtinent. 1) Radii convergentes poſt reflexionem minus convergunt. 2) Radii paralleli poſt reflexionem magis divergunt. 3) Radii divergentes poſt reflexionem magis divergunt. Ratio autem horum eſt, quod convexa ſuperficies ſit coacervatio quædam planorum infinite parvorum, ac ad incidentes radios diverſe inclinatorum. 4) Imago minus diſtat a ſpeculo, quam objectum ipſum. 5) Magnitudo imaginis eo plus decreſcit, quo magis removetur objectum. 6) Ipſa quoque objecti figura immutatur, niſi ea fuerit ſpeculi ſuperficiei parallela: cum enim non omnia objecti puncta æque diſtent a ſpeculo, quævis ejus pars repræſentabitur poſt ſpeculum in diſtantia reſpondente diſtantiæ ejuſdem a ſpeculo; hinc partes imaginis inæqualiter aberunt a ſpeculo, & quæ recta ſunt, curva adparebunt.

Concavorum.

78. In ſpeculis concavis hæc experimur. 1) Radii paralleli poſt reflexionem convergunt. 2) Radii convergentes poſt reflexionem magis convergunt. 3) Radii divergentes poſt reflexionem minus divergunt, imo interdum paralleli, aut plane - convergentes fiunt. Cum enim ſpeculi concavi ſuperficies concipi poſſit inſtar planorum innumerabilium ad ſe inclinatorum, ob æqualitatem angulorum incidentiæ, & reflexionis neceſſe eſt radios convergere magis, quam ante. Punctum autem in quo ejusmodi radii colliguntur, *focus* adpellatur. 4) Speculo concavo augetur objecti magnitudo.

Theoria ſpeculorum generatim.

Scholion. Leges hæ inſtitutis, ut dixi, experimentis facile eruuntur. Poſſunt tamen eædem etiam calculo definiri, quem in finem problema ſubjicimus, quo focus ſpeculi concavi, & convexi determinatur. Detur in Fig. 30. AB diſtantia puncti radiantis a ſuperficie ſpeculi ſphærici concavi DBE, cujus focus ſit F, centrum C, radius CB $= r$; diſtantia puncti radiantis AB, ponatur $= d$, diſtantia foci BF $= x$, erit FC $= r - x$, AC $= d - r$: ſit denique radius incidens AD, reflexus DF. Quia vero ponimus radium incidentem eſſe axi ſpeculi viciniſſimum, arcus DB menſura anguli m eſt perexiguus, unde exigui quoque ſunt anguli o, n (367. Math.) ſicut & angulus refle-

xionis $y = o$. Æquabuntur item ad ſenſum AD & AB, DF & FB. Jam ob angulos o, & y æquales habetur hæc proportio: AC : CF = AD : DF (411 Math.), ſeu $d - r : r - x = d : x$, unde

$$x = \frac{dr}{2d - r}, \text{ ſeu } FB = \frac{AB \times BC}{2AB - BC}$$

$$= \frac{AB \times BC}{AB + AB - BC} = \frac{AB \times BC}{AB + AC};$$ & hinc FB : BC = AB : AB + AC (204 Math.)

Si vero radius $a\,d$ incidat in ſpeculum convexum DBE, & cetera ſint ut ante, erit $aC = d + r$, & in triangulo a C d habebitur a C : $a\,d$ = ſin. ang. $a\,d$ C, ſeu C $d\,b$ (448 Math.), aut F d C (40 cor. 1.): ſin. ang. d C a, ſeu d C F; atqui in triangulo d C F eſt ſin. ang. F d C : ſin. ang. d C F = CF : F d. Ergo a C : CF = $a\,d$: F d ſeu F B, ſeu $d + r : r - x = d : x$; hinc

$$x = \frac{dr}{2d + r} = \frac{aB \times BC}{2aB + BC} = \frac{aB \times BC}{aB + aB + BC} = \frac{aB \times BC}{aC + aB}$$: quare F d : BC = a B : a C + a B.

Coroll. 1. Si AB ſit = ∞, erit BC ei collata infinite parva, adeoque AB = AC; hinc

$$FB = \frac{AB \times BC}{2AB} = \frac{BC}{2};$$ hoc eſt,

focus

focus radiorum parallele incidentium diſtat a ſpeculo dimidio radio. Idem obtinere in ſpeculo convexo perſpicuum eſt.

Coroll. 2. Si in ſpeculo concavo AB ſit $> BC$, quoniam $2AB - AB = AB$, erit $2AB - BC > AB$; & quia $FB = \frac{AB \times BC}{2AB - BC}$, & $BC = \frac{AB \times BC}{AB}$, erit $FB < BC$, ſeu focus cadet intra centrum, & ſpeculum.

Coroll. 3. Si $AB = BC$, erit $FB = \frac{BC^2}{2BC - BC} = BC$, hoc eſt, focus erit in ipſo centro.

Coroll. 4. Si punctum radians fuerit in ipſo foco radiorum parallelorum, ſeu ſi $AB = \frac{1}{2}BC$ (cor. 1), erit $FB = \frac{\frac{1}{2}BC^2}{BC - BC} = \frac{\frac{1}{2}BC^2}{0} = \infty$, (cum ſit $\frac{1}{\infty}BC : \frac{1}{2}BC = BC : \infty$, & hinc $\frac{\frac{1}{2}BC^2}{\frac{1}{\infty}BC} = \infty$, ſeu ob $\frac{1}{\infty}BC = 0$, erit $\frac{\frac{1}{2}BC^2}{0} = \infty$) id eſt, radii poſt reflexionem paralleli erunt.

Coroll. 5. Quamdiu fuerit $d < \frac{1}{2}r$, ſeu $2d < r$, tamdiu x erit negativum; ac proinde imago cadet poſt ſpeculum concavum. At ubi d evaſerit $= \frac{1}{2}r$, erit $x = \frac{dr}{0} = \infty$. In convexo autem ſpe-

culo ſi $d = \frac{1}{2} r$, erit $x = \frac{\frac{1}{2} r^2}{2r} = \frac{1}{4} r$.

Coroll. 6. Quamdiu fuerit $d > \frac{1}{2} r$, seu $2 d > r$, tamdiu x non ſit negativum, atque adeo imago verſabitur ante ſpeculum. Sin autem $d = r$, erit $x = \frac{r^2}{r} = r$. Si autem in convexo ſpeculo $d = r$, erit $x = \frac{1}{3} r$.

Coroll. 7. Si radius concavitatis fuerit $= \infty$, ſpeculum efficitur planum, & fit

$$FB = \frac{AB \times BC}{-BC} = \frac{AB \times \infty}{-\infty} = -AB:$$

hinc imago tantum diſtat poſt ſpeculum, quantum objectum ante illud.

Coroll. 8. In ſpeculo plano horizontali objecta erecta invertuntur, & contra: in inclinato verſus oppoſitam partem reclinantur. Quod ſi ſpeculum inclinetur ſub angulo 45 gr. objecta verticalia adparent horizontalia, & contra. Hæc manifeſte fluunt e præcedenti corollario, ſi figuræ conſtruantur.

Quid ſpecula mixta?

79. Sunt alia quædam ſpecula, quæ *mixta* dicuntur idcirco, quod partim curva, partim recta ſint, qualia ſunt conica, & cylindrica. Hæc objecta varie deformata membrorum ſparſorum apta collectione ſic repræſentant, ut nativam eorundem formam oculo ſiſtant. Ratio hu-

jus-

jusmodi phænomenorum petitur a varia compoſitione legum in planis, & curvis ſpeculis obtinentium.

Theoria ſpeculi parabolici.

80. Si radii RM, *r m* in Fig. 31 axi AB paralleli incidant in ſpeculum cavum parabolicum BA, colligentur in ejusdem foco F. Radius enim eodem plane modo reflectitur a quovis ſpeculi puncto M, quo reflecteretur e puncto communi tangentis TMS eo loco ductæ; atqui ducta ea tangente angulus RMS æquatur angulo TMF ex natura parabolæ (663 Math.): eſt ergo TMF angulus reflexionis (7 cor. 1), atque adeo radii omnes in foco F colliguntur.

Coroll. 1. Quod ſi punctum radians in foco F conſtituatur, permutabuntur anguli incidentiæ, ac reflexionis; & proinde radii poſt reflexionem erunt paralleli.

Coroll. 2. Si ergo bina ejusmodi ſpecula ſic ſibi opponantur, ut amborum axes congruant, radii ex unius foco divergentes in alterum parallele incidunt, ac in foco ejusdem uniuntur. Non adeo mirum, ſi vox ſubmiſſa e foco unius in foco alterius diſtincte percipiatur: aut ſi globus ignitus in unius foco conſtitutus accendat fomitem, vel nitratum pulverem in foco alterius poſitum.

Et elliptici.

81. Radii ex uno foco speculi cavi elliptici divergentes, ac in ejusdem parietes impacti, uniuntur in altero. Nam radius ex foco F in Fig. 32 ad punctum quodvis M delatus eodem modo reflectitur, ac ſi in commune tangentis TR punctum incidiſſet; atqui tunc, propter angulos FMR, *f* MT ex natura ellipſis æquales (663 Math.), ad focum *f* reflecteretur: igitur & nunc eodem reflectitur.

Coroll. Quare ſi duo ſpecula, quæ ſint ejusdem elliptoidis cavæ portiones, in eodem axe ſibi opponantur, & in uno foco globus ignitus collocetur, accendet fomitem in altero conſtitutum: & vox ſubmiſſa ex uno dimanans diſtincte audietur in altero.

Quid teleſcopium Newtonianum?

82. Ex his enata eſt catoptricorum teleſcopiorum conſtructio. Et quidem *Newtonianum* conſtat imprimis ſpeculo ſphærico cavo DN in Fig. 33. exhibente puncta radiantia O & B in focis *ω*, *β*. Ut autem puncta hæc cerni commode poſſint, additur ſpeculum planum exiguum *dn*, ad axem ſpeculi concavi ſub angulo 45 gr. inclinatum, quod eorum punctorum imaginem repræſentabit in *o*, & *b*. Eſt autem hoc ſpeculum mobile, ut ſcilicet rerum objectarum imagines reflectat ſemper ad focum lentis, quæ ul-

tra

tra *o*, & *b* adhiberi ſolet, cum eæ imagines accedant, vel recedant a ſpeculo DN, prout objecta ab eodem recedunt, vel accedunt. Unde & lentem ocularem cum ſpeculo illo mobilem eſſe oportet. Teleſcopio hoc objecta invert patet.

Quid Gregorianum?

83. *Gregorianum* conſtat ſpeculo concavo DN in Fig. 34. Paulo ultra imaginem F ab eodem formatam ponitur aliud ſpeculum concavum *d n* foci multo brevioris, & aperturæ longe minoris, ea porro lege, ut amborum axes congruant. Imago F comparate ad parvum hoc ſpeculum perinde ſe habet, ac objectum intra ejus focum *f*, & centrum *c* poſitum: quare formabitur imago ſecunda in puncto I tanto remotior a centro *c*, quanto prior effigies F propior fuerit foco *f*. Speculum autem DN in medio pertunditur, ut imago I adhibita lente PQ videri poſſit. Teleſcopio hoc objecta recto ſitu exhibentur: nam imago I inverſa eſt imaginis F, & hæc objectum ipſum inverſum repræſentat.

CA-

CAPUT XV.

De iis, quæ ad Dioptricam pertinent.

Varietates refractionum.

84. Iidem sex casus hic obtinent, quos supra in reflexionibus commemoravimus (75): nam radii refringendi vel paralleli incidunt, vel convergentes, vel divergentes; & vitra ipsa aut plana, aut convexa, aut concava sunt.

Leges refractionum in vitris planis.

85. Leges refractionum in vitris planis sunt: 1) Radii paralleli ex aere in vitrum oblique incidentes refringuntur ad perpendiculum, & egreſſi de vitro manent paralleli. 2) Radii convergentes ex aere per vitrum trajecti fiunt minus convergentes; contra magis convergentes redduntur, quum de vitro in aerem exeunt. 3) Radii item divergentes illic minus, hic magis divaricantur.

In convexis.

86. In vitris sphæricis convexis. 1) Radii paralleli poſt refractionem emergunt convergentes. 2) Si radii convergant ad centrum convexitatis, eorundem semita refractione non mutatur;

ſin

ſin autem convergant ad punctum intra id centrum poſitum, minus convergentes evadunt; ſi tendant ad punctum ultra centrum ſitum, magis convergunt. 3) Radii divergentes fiunt minus divergentes; imo interdum paralleli, aut plane convergentes.

In concavis.

87. In vitris concavis. 1) Radii paralleli poſt refractionem divergunt. 2) Radii convergentes minus convergunt. 3) Radii divergentes nullam subeunt mutationem, ſi punctum diſperſionis ſit in ipſo centro concavitatis: ſi autem id punctum ultra centrum ſit, magis; ſi intra, minus divergunt.

Scholion. Hæc rite inſtitutis experimentis facile confirmantur. Foci ipſi lentium convexarum, uti & ſpeculorum concavorum nullo negotio inveniuntur. Si enim lens vel ſpeculum ſoli obvertatur, quæraturque locus, ubi radii refracti, vel reflexi plano quodam excepti minimum, ac lucidiſſimum forment circulum, illic erit focus quæſitus. Aut contegatur lentis, ſpeculive ſuperficies charta quadam fuſca, cribri inſtar foramellis pertuſa; tum notetur diſtantia, in qua omnes radii per ea foramella tranſmiſſi coaleſcant in unicam maculam candidam. Quod ſi lens, aut ſpeculum convexa ſint, chartæ tegentis foramella in circuli peripheriam diſtribuantur, per quæ trajecti ſolares radii, planoque exce-

cepti formabunt albas, ac rotundas maculas, quæ in peripheria circuli eo magis a se recedunt, quo magis removetur planum. Ubi crescentis hujus circuli diameter evaserit dupla ejus diametri, quam habet circulus foramella ipsa complectens, illic erit diſtantia foci.

Theoria lentium generatim.

Sed focorum diſtantia in quibusvis lentibus etiam calculo definiri poteſt. Sit enim in Fig. 35 lens utrinque inæqualiter convexa BLE, centrum convexitatis citerioris C, ulterioris *c*, F punctum, ad quod tendit radius incidens AD poſt peractam primam in puncto D refractionem, *f* punctum, in quo poſt alteram in H refractionem cum axe AF concurrit. E centris C, & *c* erigantur perpendiculares CM, CN, *c*P, *c*Q, item ex H, & D normales ad axem HG, DI. Quoniam ponimus radium incidentem AD axi AB eſſe viciniſſimum, angulus A exiguus plane eſt, & hinc ID etiam ad AD, & HG ad FH perpendicularis. Eadem de cauſſa fit $AB=AD=AI$, $DF=IF=BF$, $HF=EF=GF$, $Hf=Ef=Gf$. Sit jam $AB=d$, $Bc=a$; $EC=b$, $BE=s$, $BF=x$; $EF=v$, $Ef=z$, $cP=r$, $CM=t$, erit $Ac=d+a$; $FC=v+b$; $Fc=x-a$; $fC=b+z$.

Quod ſi nunc D*c* pro ſinu toto ſumatur, erit *c*P ſinus anguli incidentiæ *c*DP qui producto radio *c*D ultra D æquaretur ſuo verticali, seu angulo inciden-

tiæ,

tiæ, cQ ſinus anguli refracti cDF; hinc $cP : cQ = 3 : 2$, & $cQ = \frac{2}{3} r$. Similiter cum CM ſit ſinus anguli incidentiæ CHM in egreſſu, & CN ſinus anguli ibidem refracti CHN, erit $CM : CN = 2 : 3$, & $CN = \frac{3}{2} t$ (nimirum observatione conſtat radio ex aere in vitrum incidente ſinum anguli incidentiæ eſſe ad ſinum anguli refracti ut 3 ; 2; & cum e vitro in aerem incidit, eſſe ut 2 : 3). Cum præterea ID, & cP ſint normales ad AP, ſimilia erunt triangula AcP, AID, adeoque erit $Ac : cP = AI : ID$, hoc eſt, $d+a : r = d : \frac{dr}{d+a}$. Eandem ob cauſſam $FI : ID = Fc : cQ$, seu $x : \frac{dr}{d+a} = x - a : \frac{2}{3} r$. Media, & extrema multiplicando habebitur $\frac{drx - adr}{d+a} = \frac{2}{3} r x$, & hinc $3drx - 3adr = 2drx + 2arx$; quare $x = \frac{3ad}{d-2a}$.

Denique cum CM, & GH parallelæ ſint, ſimilia erunt triangula FCM, FGH; ergo erit $FC : CM = FG : GH$, ſive $v + b : t = v : \frac{tv}{v+b}$: & $fC : CN = fG :$

GH, id eſt, $b + z : \frac{3}{2} t = z : \frac{tv}{v + b}$.
Extrema, & media in se ducendo erit
$\frac{3}{2} tz = \frac{btv + ztv}{v + b}$; atque hinc $3vt$
$z + 3btz = 2btv + 2ztv$: quare $3bz$
$= 2bv - vz$, adeoque $\frac{3bz}{2b - z} = v =$
$x - s$. Unde $\frac{3bz}{2b - z} + s = x =$
$\frac{3ad}{d - 2a}$, (ex ante dictis), seu tollendo fractiones habebitur $3bdz + 2bds$
$- dsz - 6abz - 4abs + 2asz = 6a$
$bd - 3adz$; unde demum $z =$
$$\frac{6abd + 4abs - 2bds}{3ad + 3bd - 6ab + 2as - ds}.$$
Coroll. 1. Si s, seu vitri craſſitudo ad a, b d comparata ſit perexigua, ut plerumque eſt, erit (omiſſis terminis per s seu per o multiplicatis) $z =$
$$\frac{6abd}{3ad + 3bd - 6ba} = \frac{2abd}{ad + bd - 2ab}.$$
Coroll. 2. Si insuper a ponatur $= b$, seu lens utrinque æqualiter convexa, erit $z = \frac{2a^2 d}{2ad - 2a^2} = \frac{ad}{d - a}$. Hinc autem

tem definitur focus hac proportione: $d - a : d = a : z$.

Coroll. 3. Si $a > d$, erit $\frac{ad}{d-a}$, ſeu z quantitas negativa, ac proinde focus ex parte puncti radiantis cadit, ſeu erit, ut vocant, *virtualis*, in quo ſcilicet radii poſt duplicem refractionem divergentes per rectas continuatas ante lentem unirentur, ſeu e quo puncto radii ſine ulla refractione promanare videntur.

Coroll. 4. Si $b = \infty$, ſeu lens una facie plana fuerit, erit $z = \frac{2ad}{d-2a}$: quare focus invenietur hac proportione: $d - 2a : d = 2a : z$; ubi ſi fuerit $2a > d$, patet focum virtualem fore.

Coroll. 5. Sin autem $a = \infty$, erit $z = \frac{2bd}{d-2b}$, & hinc $d - 2b : d = 2b : z$. Unde perſpicuum eſt perinde eſſe utravis facies lentis planoconvexæ puncto radianti obvertatur.

Coroll. 6. Si tam a, quam $b = \infty$; ſeu ſi vitrum utrinque planum fuerit, erit $z = - d$; atque adeo focus nonniſi virtualis erit eandem habens a vitro diſtantiam, quam punctum ipsum radians.

Coroll. 7. Si $d = \infty$, ſeu ſi radii paral-

rallele inciderint, erit $z = \frac{2ab}{a+b}$, erueturque hac proportione $a + b : 2a = b : z$. Si vero insuper $a = b$, erit $z = a$. Et ſi vel a, vel $b = \infty$, erit z in casu priore $= 2b$, in poſteriore $= 2a$.

Coroll. 8. Si lens fuerit utrinque concava, erunt a & b negativi, adeoque $z = \frac{2abd}{-ad-bd-2ab}$, seu focus erit virtualis tantum diſtans a lente concava, quantum focus verus a convexa. Si præterea $a = b$, erit $z = \frac{ad}{-d-a} = \frac{-ad}{d+a}$, (65 Math).

Coroll. 9. Si $a = \infty$, erit lens plano concava, cujus plana superficies obvertitur puncto radianti, ac proinde $z = \frac{2bd}{-d-2b} = \frac{-2bd}{d+2b}$, (cit. Math.). Sin vero $b = \infty$, erit $z = \frac{-2ad}{d+2a}$. Quare nihil refert, utralibet facies obvertatur puncto radianti.

Coroll. 10. Si $d = \infty$, radii parralle-
le

le incident; hinc $z = \frac{2ab}{-a-b} = \frac{-2ab}{a+b}$: & ſi insuper $a = b$, erit $z = a$. Si $b = \infty$, erit $z = -2a$; ſin autem $a = \infty$, erit $z = -2b$.

Quid teleſcopium Hollandicum?

88. E lentibus varie conſertis naſcuntur dioptrica teleſcopia. Et quidem *Hollandicum* a Galilæo inventum habet vitrum oculare, ſeu lentem oculo viciniorem concavam, aut plano-concavam PQ in Fig. 36 poſitam inter lentem objectum reſpicientem MN, ejusdemque focum *o*, ita ut ambarum axes ſint in eadem recta A *o*, & foci in eodem puncto *o*.

Coroll. 1. Ex ipſa teleſcopii hujus ſtructura patet, cum lentis MN ſuperficies poſſit eſſe multo amplior, quam pupillæ apertura, poſſe radios ex eodem puncto objecti egreſſos multo plures in lentem illam, ac proinde etiam in oculum cadere, quam ſine eo inſtrumento caderent.

Coroll. 2. Objecto infinite remoto radii de quovis puncto paralleli incidunt in lentem MN, & refringuntur ad punctum *o*: rurſus autem objecta lente PQ exeunt paralleli, & quidem ſatis denſi, cum ea lens ſita ſit prope verticem coni lucidi *o*.

Coroll. 3. Quare ſi radii hi oculo excipiantur, formabunt in choroide imaginem

nem eo magis diſtinctam, quo denſiores sunt radii, & quo major eſt lentis M N amplitudo.

Coroll. 4. Radii e puncto B parallele digreſſi uniuntur in puncto *b*: at ope lentis ocularis interpoſitæ rursus paralleli, & satis conſtipati redduntur. Quia vero radiorum faſcis imaginem *b* repræsentans divergit a fasce imaginem *o* exhibente; idem oculus nequit ambas imagines capere, adeoque punctum utrumque A & B ſimul cernere, niſi pupilla ſit admodum patens, & vicina loco, in quo fasces illi concurrunt. Hinc quo amplior fuerit pupilla, & oculari lenti vicinior, eo plures videntur in objecto partes: cumque apertura pupillæ plerumque exigua ſit, & luminis titillatione coarctari soleat, campus horum tuborum, seu spatium uno obtutu comprehensum eo minus eſt, quo lucidius fuerit objectum, & ocularis lens longioris foci.

Coroll. 5. Oculo ad *o b* adplicato objecti imago in choroide inversa eſt: igitur hoc telescopio res unaquæque in ſitu suo naturali cernitur.

Quid aſtronomicum?

89. Telescopium *aſtronomicum* conſtat lente oculari P Q in Fig. 37 una, vel utraque facie convexa, tum alia objectiva M N ea lege diſpoſitis, ut communis ambarum focus inter easdem ſit in *o*.

Co-

Coroll. 1. Radii ergo paralleli convergunt ad focum *o*, & illic exhibent imaginem puncti O, quæ rurſus ſpectari poteſt tanquam objectum poſitum in foco lentis ocularis P Q: hinc radii ex oculari emergunt paralleli, eoque magis conſtipati, quo minor eſt diſtantia foci lentis ocularis: quare in oculo valente, aut presbyta orietur nova imago puncti O tanto vivacior, quanto major fuerit objectivæ lentis magnitudo.

Coroll. 2. Radii paralleli ab extremo objecti B venientes efformant ejusdem ſimulacrum *b* prope focum *o*; tum ex oculari emergunt inter ſe paralleli, at ad axem A F eo magis inclinati, quo magis convexa eſt lens ocularis, ſecatque eorum axis communem lentium axem in foco ocularis F: quare ut tota ſimul imago *o b* cernatur, oculus in F erit collocandus.

Coroll. 3. Inverti objecta hoc teleſcopio manifeſtum eſt: cum radii in F ſeſe interſecantes in choroide efforment imaginem objecti ſitu naturali: unde aſtris potiſſimum ſpectandis deſtinatum eſt.

Coroll. 4. Campus uno obtutu comprehenſibilis præcipue pendet a magnitudine ſpatii circa *o b*, quod totum cenſeri poteſt ſitum eſſe in communi lentium foco: nam oculus in F conſtitutus cernit omnia objecti puncta, quorum imago eſt in foco, vel prope focum lentis ocularis.

Coroll. 5. Si objectum lenti MN propius admoveatur, ejusdem imago *o b* recedit; tunc ergo oportebit etiam lentem ocularem removere producendo tubum, ut imago semper in ejus foco contineatur.

Coroll. 6. Si hujusmodi telescopio myops utatur, lentem ocularem objectivæ admovere debet, ut nimirum objecti effigies cadat intra ocularem, ac ejusdem focum, atque ita radii ex oculari emergant divergentes.

Scholion. Utroque hoc telescopio objectum conſpicitur ſub angulo *c*FK: cumque imago *o b* ſit in foco lentis ocularis PQ, radii e puncto *b* dimanantes, ac in ocularem incidentes debent in egreſſu paralleli eſſe cum radio principali *b* K, & hinc æquari anguli *c*FK, *b*K*o*. Inermi autem oculo in puncto D conſtituto cerneretur objectum ſub angulo ODB = *o*D*b*; imo cum comparate ad diſtantias rerum objectarum FD evaneſcat, ſub eodem angulo videret objecta oculus, etiamſi in F collocaretur. Sunt adeo anguli, ſub quibus cernitur objectum ope teleſcopii, & inermi oculo, ut *b*K*o*: *b*D*o*; atqui in triangulis *b*K*o*, *b*D*o* ſumto *b o* pro radio *o* K eſt cotanges anguli *b*K*o*, & *o*D anguli *b*D*o* (461 Math.) ſunt ergo eæ cotangentes ut *o*K *o*D; & hinc tangentes angulorum *b*K*o*, *b*D*o* ſunt ut *o*D: *o*K (455, 456 Math.), ſeu ut diſtantia foci lentis objectivæ ad diſtantiam foci ocularis.

Quid

Quid terreſtre?

90. Si priori teleſcopio addantur lentes oculares duæ, ut inverſa objectorum imago naturali ſitui reſtituatur, habebitur in Fig. 38 teleſcopium *terreſtre*, in quo lentes MN, PQ, RS, TV eundem habent exem communem *Af*. Unius autem cujusque focus utrinque congruit cum focis aliarum, inter quas inſerta eſt; trium item ocularium foci æqualium plerumque intervallorum eſſe ſolent.

Coroll. Si ergo ſit corpus quoddam valde remotum OB, radii parallele de puncto O in tubi axe poſito egredientes, ac lente objectiva refracti convergent in foco *o*, ibique effingent imaginem puncti O. Inde digreſſi a lente oculari PQ rurſus paralleli redduntur, adeoque refractione ocularis RS concurrunt in puncto *ω*, ac ſecundam puncti O effigiem conformant. Denique e lente TV iterum evadunt paralleli, ac proinde in oculo valente, vel presbyeta expingunt imaginem admodum vivacem. Eandem obtinent in radiis a puncto B promanantibus, qui ex oculari PQ parallele egreſſi tanto magis inclinantur ad axem A *f*, quanto brevior eſt ejusdem focus: inde ſecto axe in F incidunt in ocularem RS, formantque alterum puncti B ſimulacrum *β*, & ſic porro.

Quid, & quotuplex microſcopium?

91. *Microſcopium* a ſpectandis rebus minutis dictum aliud ſimplex eſt, aliud compoſitum. Illud conſtat exigua lente, una, vel utraque parte convexa, quæ in Fig. 39 obverſa corpori OB ſic, ut ejus focus cadat in punctum explorandum O, radios poſt refractionem emittet parallelos, quorum ope presbyta, vel oculis valens habebit diſtinctam corporis propoſiti effigiem. Myops autem debet punctum O nonnihil intra focum lentis verſus oculum conſtituere. Punctum B foco vicinum ſpectari & ipſum poteſt tanquam in foco poſitum; quare etiam de illo venientes radii emergunt e lente inter ſe paralleli, tanto autem magis inclinati ad axem, quanto minoris ſphæræ ſegmentum lens illa fuerit. Oculo itaque in *o* conſtituto corpus OB adparebit ſub angulo BoO, qui tanto illud magis augebit, quanto vicinius eſt, quam ſit intervallum diſtinctæ viſionis.

Coroll. 1. Cum res plerumque non diſtinguamus, niſi abſint ab oculo ſeptem, octove pollicum intervallo, ſi hanc diſtantiam repræſentet *o ω*, corpus OB microſcopii ſimplicis ope diſtincte viſum putabitur eſſe in *ωβ*; eritque *ωβ*: OB magnitudo adparens ad veram $=$ *o ω* : *o* O $=$ 8 digiti ad diſtantiam foci, quæ ſi ſit $= \frac{1}{4}$ dig. erit magnitudo adparens ad veram ut 32 : 1.

Co-

Coroll. 2. Et quia diſtantia 8 dig. conſtans eſt, nemo non videt hujusmodi microſcopio tanto magis augeri objecta, quanto minor fuerit diſtantia foci.

Coroll. 3. In lentis locum ſubrogari poteſt ſphæra vitrea exigua, in qua e formula generali (87 sch.) erit $a = b$, $s = 2\, a$, $d = \infty$; unde $z =$

$$\frac{6\, a^2 \infty + 8\, a^3 - 4\, a^2 \infty}{6\, a \infty - 6\, a^2 + 4\, a^2 - 2\, a \infty}$$, seu negligendo terminos finitos, $z =$

$$\frac{6\, a^2 \infty - 4\, a^2 \infty}{6\, a \infty - 2\, a \infty} = \frac{2 a^2 \infty}{4\, a \infty} = \frac{2\, a^2}{4\, a} = \frac{1}{2}\, a.$$

Si ergo objectum ponatur in axe ſphæræ intervallo dimidii radii, seu in ipſo foco, radii emergent paralleli; nam qua via incidentes colliguntur in foco, eadem via exeunt, ſi e foco dimanent. Tantoque majus erit augmentum, quanto fuerit oculo vicinius, seu quanto minorem habuerit ſphæra diametrum, id eſt, quanto minor eſt diſtantia o O.

Coroll. 4. Cum diſtantia foci a ſphæra ſit $= \frac{1}{2}\, a$ (cor. præc.), erit ejusdem diſtantia a centro $= \frac{1}{2}\, a + a = \frac{3}{2}\, a$, seu $\frac{3}{4}$ totius diametri: ſi ergo objectum ſit in foco, ac proinde radii in oculum emergant paralleli, sub eodem angulo cernitur objectum, sub quo ex ipſo ſphæræ centro cerneretur, adeoque pro o O ſubſtitui poſſunt $\frac{3}{4}$ diam. quare ſi diameter ſit $= \frac{1}{3}$ dig. erunt $\frac{3}{4}$ diam. $= \frac{3}{12}$ $= \frac{1}{4}$ dig. & hinc o O: $o\, \omega = \frac{1}{4} : 8 =$

1 : 32 = diameter objecti vera ad adparentem; erit autem superficies vera ad adparentem ut $1^2 : 32^2 = 1 : 1024$.

92. Compoſitum microscopium in Fig. 40 duas habet lentes convexas, quarum objectiva MN foci eſt admodum brevis, ultra quem tantillo intervallo collocatur objectum O B, ut ejus imago *o b* tanto magis removeatur, atque increſcat. Focus autem lentis ocularis P Q eum eadem imagine congruit, atque adeo radiorum parallele egredientium ope diſtincte cernitur.

Coroll. 1. Cum variata objecti O B diſtantia varietur etiam imaginis *o b* a lente M N diſtantia, neceſſe eſt lentem ocularem, aut certe objectum ipsum eſse mobile, ut admoveri, vel removeri, ac proinde diſtincte cerni poſſit.

Coroll. 2. Objectum O B eo magis augeri, quo magis recedit ejus imago *o b* a lente objectiva, in aperto eſt.

Coroll. 3. Lens ocularis interdum collocatur inter lentem M N, & imaginem *o b*, atque ſic microscopium contrahitur, & campus viſionis augetur.

Coroll. 4. Poteſt quoque conſtrui microscopium *catadioptricum*, collocando objectum inter centrum, & focum ſpeculi cavi, ut imago ejus ultra centrum projecta lentis ocularis ope ſpectari poſſit.

Vitia teleſcopiorum & microſcopiorum.

Scholion. Teleſcopia, & microſcopia nunc in modum concinnata duplici laborant vitio. Imprimis enim in generali focorum calculo curvam ſuperficiem ab axe lentis uſque ad incidentiæ punctum pertinentem poſuimus eſſe rectam, ac inde definivimus radios peracta refractione in unicum coire punctum. Id autem verum utique non eſt, adeoque diverſi radii in diverſis punctis concurrunt, tantoque plura ſunt id genus concurſionum puncta, quanto plures comprehendit gradus memorata ſuperficies; unde confuſionem in imagine aliquam exſiſtere neceſſe eſt, quæ locum cumprimis habet in microſcopiis, quorum lentes admodum curvæ eſſe ſolent. Minuitur hæc confuſio primum exiguam relinquendo aperturam in vitro objectivo, ita ut arcus radios excipiens paucorum ſit graduum; cavendum tamen, ne radiis conformandæ claræ imagini non ſufficiant. Deinde collocando circa focum diaphragma, ſeu annulum quemdam nigrum, & planum, cujus aperturæ diameter æquet magnitudinem ejus objecti, quod maximum ejuſdem ocularis ope cerni diſtincte poſſit. Hoc diaphragmate radii inutiles ſubmoventur. Denique internos tubi parietes atro colore obducendo, ut abſorbeantur radii, qui ab axe nimis deflectunt, & oblique incidentes à tubi

parietibus refle&#x10;cti, ac imaginis claritatem impedire solent.

Alterum vitium e diverſa ſtaminum refrangibilitate proficiſcitur. Hæc enim in cauſſa eſt, ut lentium focus ſit coacervatio plurimorum punctorum ordine ſeſe excipientium, in quorum prioribus coeunt radii violacei maxime refrangibiles; in poſterioribus autem rubei, qui omnium minime refringuntur. Poteſt vero definiri horum punctorum explicatio, ſeu ſpectri colorati longitudo. Si enim ratio ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis in radiis rubeis ponatur eſſe 1 : 1, 54, in violaceis 1 : 1, 56, & fiat in formula generali focorum $a = b$, $s = o$, $d = \infty$, erit pro rubeis $z = o, 9259a$, pro violaceis $= o, 8928a$. Diſcrimen inter duos hos coefficientes intercedens 331 eſt pars $\frac{1}{28}$ majoris, cum $\frac{9259}{331} = 28$. Quando ergo radii parallele incidunt, longitudo colorati ſpectri e diverſa illa refrangibilitate oriundi eſt $\frac{1}{28}$ pars diſtantiæ foci a lente. Quia tamen radii in medio ſpectro denſiſſimi ſunt, poteſt concipi illic eſſe imago objectorum candidorum, e. g. aſtrorum: quare in teleſcopio termini viſionis confuſæ a loco veræ imaginis utrinque diſtant circiter $\frac{1}{55}$ parte longitudinis foci lentis objectivæ. Malo huic medicinam reperit nuperrime Dollondus in Anglia. Confecit nimirum lentem convexam e maſſa quapiam vitrea peculiari, & aliam concavam e communi vitro, ita ut diſcrimen refractionis in illa

illa eſſet ad discrimen in hac ut 2 : 3 ; in qua ratione erant etiam earundem radii. Vitrum objectivum e binis his compoſitum radios omnes in eodem foco satis accurate colligit. Conf. Diſſ. Scherfferi aut Boscovichii de Emend. telesc. dioptr.

CAPUT XVI.

De præcipuis Ignis proprietatibus.

Quæ notio igni subjecta.

93. Illud, quod oculis in dies usurpamus, ignemque vulgo adpellamus, aliud reapse non eſt, quam deflagrans materia, cujus partes in flammam, fumum, vapores versæ diſſipantur. Cauſſa vero ejusmodi materiam intime pervadens, eamque partium diſſociationem, ac diſſipationem efficiens proprie ignis eſt, cujus præcipuas proprietates hoc loco expendimus.

Scholion. Omnis hæc indagatio eo potiſſimum pertinebit, ut conſtet, utrum ignis ſit natura quædam peculiaris ab aliis corporibus diversa, & in hunc duntaxat usum jam inde a mundi exordio condita; an vero a lumine omnino diſtincta non ſit. Ignem non eſſe motum duntaxat corpusculorum, quæ deflagratione

tione agitantur, ac diſſipantur, ut quidem nonnulli opinabantur, facile efficitur: omnis enim motus ſemel conceptus naturaliter elangueſcit, ſi maſſæ majori communicetur; at ignis actio ea communicatione augetur: in ea proinde ſententia explicari nullà ratione poſſe videtur, quomodo ſcintilla omnem eum motum excitet, quem in maximis incendiis obſervamus. Eſſe igitur cauſſam quamdam oportet, quæ non primam ſolum flammam efficiat; ſed etiam vim, & propagationem ejuſdem provehat. Cauſſam hanc corpoream eſſe dubitari haud poteſt: movetur enim, & movet; diducit, ac divellit corpora; ex obſtaculis reſilit &c. Fluidum eſſe valde ſubtile, ubique diffuſum, particulis conſtans tenuiſſimis, ac lævibus patet e proprietatibus, quas jam ordine perſequemur, & quarum pleraſque Voltairius uno diſticho comprehendit:

Ignis ubique latet, naturam amplectitur omnem,
Cuncta parit, renovat, dividit, unit, alit.

De ignis dilatatione.

94. Igne admoto corpora omnia caleſiunt, & in majus volumen diducuntur, ſive ea ſolida, ſive fluida; ſive dura, ſive mollia; ſive levia, ſive ponderoſa fuerint, idque etiam in locis aere deſtitutis, in quæ nullum aliud corpus ſubire poteſt. Hæc voluminum explicatio menſurari ſolet pyrometris, quorum diverſa

verſa ſunt genera. Bouguerius in Monum. Acad. Paris. A. 1745 tria exhibet: mihi ad manum eſt illud, quod ab ſe conſtructum deſcribit Muschenbroekius in Additam. ad Tent. Acad. Florent.

Scholion. Juvabit ejusdem explicationis phænomena paulo diffuſius perſequi. 1) Igitur ea voluminum productio miram quamdam habet cum lapſu gravium ſimilitudinem: nam principio quidem lentior eſt, tum ſenſim acceleratur; ac poſtquam actio ignis cum mutua particularum corpus componentium attractione ad æquilibritatem pervenit, ſtatum quemdam conſiſtentem adipiſcitur, id quod etiam in quavis maſſarum calefactione obſervatur. Statum hunc metalla tunc conſequuntur, cum jam fuſa candeſcunt; liquores autem, quum ebulliunt: neque deinceps plus caloris recipiunt, ſed ſi igne porro urgeantur, partim in auras dilabuntur, partim in cineres, & hi in vitra abeunt. Rem hanc experiri perfacile eſt: ſi enim oleum terebinthinæ intra fiſtulam vitream aquæ immergatur, tamdiu diducetur, dum aqua ebulliat, deinceps vero in eodem gradu conſiſtet, utcunque aucto igne fervor augeatur.

2) Quum diverſa corpora eodem urgentur igne, voluminum explicatio nec fit in ratione inverſa ponderum, nec in ratione cohærentiæ, nec in alia quavis ex his compoſita; ſed in ratione plane inconſtante: cujus rei cauſſa ſine dubio re-

repetenda eſt a diversa diſtributione, & ſtructura partium; a pororum figura, & magnitudine; a diversa duritie, mollitudine, rigore, elaſticitate; a copia denique sulfuris, vel olei in iis corporibus contenti. Neque omnia eadem incipiunt velocitate diduci. E metallis citiſſime dilatatur ſtannum, tum plumbum, argentum, cuprum flavum, cuprum rubrum, ac denique ferrum. E fluidis celerrime, ac maxime explicatur aer; tum alcohol, petroleum, oleum terebinthinæ, oleum raparum, acetum diſtillatum, aqua pura, aqua salsa, aqua fortis, oleum vitrioli, spiritus nitri, mercurius. Bouguerius adfirmat se in America repetitis experimentis comperiſſe metalla magis diduci calore solis, quam æſtu bullientis aquæ, licet solis calor animalium corporibus minime noceat, quæ aquæ bullientis vi labefactantur.

3) Ignis in corpora duriſſima subiens partes quaquaversus propellit, earumque interjectus laxat, nec raro in ſtatum fluiditatis reducit. Particulæ autem in hac fuſione permiscentur æquabilitate prorsus admirabili. Si enim granum auri cum centum mille granis argenti liquetur, ita miscebuntur ambo hæc metalla, ut quodvis mixti granum æqualem contineat auri portionem.

4) Liquor unusquisque quanto magis comprimitur, tanto majorem recipit ignis, & caloris copiam. Hinc aqua preſſione atmosphæræ liberata longe minori gra-

gradu ignis ebullit: contra in digeſtore Papini undique concluſa, ac a vapore elaſtico vehementer compreſſa eum in modum caleſit, ut ſtannum fundat, & oſſa duriſſima emolliat. Dignum eſt notatu corollarium ſæpe hoc in argumento memorandi Boerhaavii: „ Denique & „ hinc, ait, intelligitur, quod atmos„ phæra ipsa noſtra tanto plus incales„ cat ab igne ſolis, quo plus premitur, „ id eſt, quo propior eſt ſuperficie tel„ luris, eoque minus, quo minor atmo„ ſphæræ preſſio, id eſt, ad ſuperiora. „ Quod & experimentis reſpondet do„ centibus in altiſſimorum montium ca„ cuminibus ſoli proximis, nunquam nu„ be tectis, ſummum frigus deprehendi, „ ut nix ſolida perſtans vibratione radio„ rum ne quidem ſolvatur.

5.) Quædam igne vulgari aut fundi omnino nequeunt, aut nonniſi cum magna difficultate: quibus tamen ſi alia quæpiam addatur materia, fuſio adjuvatur (P. 1. 36). Sic terra ope ſalium alcalinorum funditur, inque vitrum vertitur: ferrum admixto ſulfure igne mediocri liquefit. Interdum contrarium evenit, & corpus diſſimile additum fuſionem prohibet. Sic vas ſtanneum aqua plenum ne in vehementiſſimo quidem igne liquescit; nec enim recipit aqua eum ignis gradum, qui ſtanno fundendo par ſit; vas autem idem oleo plenum funditur. Universe poſtquam ignis corporum particulas ſic disposuit, ut per

earun-

earundem interjectus æquabiliter jam ſluere, agereque poſſit, novas virium acceſſiones deinceps non suscipit.

6) Sunt, quæ igne non modo diducuntur, sed contrahuntur etiam, ut ligna, oſſa, lutum &c. Nimirum ex his humores, aliasque partes subtiles ignis expellit, iisdemque velut irretitus ipse quoque avolat, atque ita partes reliquæ propius ad sese accedunt.

7) Denique productio voluminis igne effecta pedetentim fit, ita ut primum partes illæ dilatentur, quibus ignis proxime adplicatus eſt: tum ſenſim aliæ. Atque hinc elucet ratio mirabilis cujusdam phænomeni. Nempe ſi bulla thermometri subito immergatur liquori calidiori, mercurius repente descendit, tum rursus ascendere incipit: contrarium autem accidit, ſi in liquore frigidiori mergatur. Bulla enim vitrea calore, vel frigore citius aſſicitur, quam mercurius intus inclusus. Plurima hanc in rem exhibet experimenta Bülfingerus in comment. Acad. Petrop. vol. 3. Quod ſi thermometri baſis introrsum flexa ſit, & bulliens aqua in cavitatem fundatur, mercurius continuo aſſurgit: id autem vitri, non mercurii subita dilatatione fieri vel inde patet, quod effusa aqua mercurius rursum descendat. Hinc autem consequitur gradus caloris, quos thermometra indicant, non eſſe absolutos, sed comparativos duntaxat, oſtendique iis inſtru-

men-

mentis ſolum exceſſum, quo mercurii dilatatio vitri explicationem ſuperat.

8) Quod ad dilatationum gradus attinet, aquam aeri libero expoſitam a ſtatu proximæ congelationis usque ad ſtatum fervoris putat Nolletus dilatari $\frac{1}{26}$ voluminis parte; aerem in æſtu vitrum emolliente $\frac{2}{3}$ incrementi capere. Aqua in vapores redacta calore moderato diducitur in volumen 14000 vicibus majus. Hinc fit, quod æolipyla rotulis mobilibus impoſita excuſſo operculo regrediatur, pyrobolus accenſus in altum feratur, tormentum exoneratum verſus fundum redeat: vapor enim violente compreſſus premit in partes omnes impetu æquabili, cumque per aperturam libere erumpere poſſit, tollitur ex ea parte preſſio, atque ita prævalet vis in partem contrariam.

De ejusdem diſtributione.

95. Ignis æquabiliter diffunditur, ita ut ſi quidem ſibi relinquatur, conſtantem ſervet in agendo æquabilitatem. Quum enim diverſa corpora eidem aeri expoſita diutius hærent, eadem in omnibus ignis actio deprehenditur. ,, Repoſui , ,, inquit Boerhaavius, bruma rigente vacuum perfecte Torricellianum, vacuum ,, Boyleanum, aera, alcohol ſincerum , ,, olea preſſa, olea ſtillatitia, aquam , ,, lixivia ſalium variorum, ſpiritus ſalibus expreſſos, ſtillatitios, hydrargy- ,, rum, plumas, ſcobes metallorum ,

are-

„ arenas, calces aeri frigido; æqualis
„ erat omnium gradus caloris, & frigo-
„ ris abſque ulla omnino differentia. „
Ignem nuſpiam deeſſe vel frictio oſtendit, atque electricitas, quorum ope quovis loco, & tempore flamma generatur: eundem ne in glacie quidem deſiderari indubium eſt, cum & hæc inſperſis salibus frigidior reddi poſſit.

Scholion. Exiſtimavit Boerhaavius ignis quantitatem ſpatio reſpondere, ita ut non inſit majore copia in sulfure, oleo, cera, pulvere pyrio, quam in pari maſsa aquæ, vel alterius corporis eidem aeri tempore longiori expoſiti: adeoque idcirco solum eſſe alia corpora aliis ad inflammationem aptiora, quod partibus conſtent natura sua facilius obſequentibus actioni ignis semel excitati. At sunt, quæ repugnare videantur. Cum enim actio ignis in diverſis his corporibus non ſit omnino exſtincta, non adparet ratio, cur ejus effectus non ſit magis notabilis in iis, quæ ejus actioni magis favent: cur e. g. idem ignis non magis agat in partes ſpiritus vini, quam in partes aquæ. Quare veroſimilius eſſe videtur ignem quibuſdam corporibus majori, quibuſdam minori copia ineſſe; ſolamque efficacitatem, non maſſam, eſſe ubique æquabilem.

De

De ejuſdem generatione.

96. Ignis generatur, ſeu potius conſpicuus fit. 1.) Mutua corporum frictione, cum nempe partes eorum minimæ, ac elaſticæ tritu impulsæ cedunt, & ceſſante tritu seſe reſtituunt, tremuntque. Tunc enim incluſi igniculi concitantur, partesque minutas propter laxatam nonnihil eo motu cohærentiam ſeparare poſſunt, adjuvante fortaſſe etiam aeris irretiti elaſticitate, quæ ea ignis concitatione augeatur. Sic laminæ ferreæ ſibi impoſitæ, & magna vi compreſſæ ſi diu, ac celerrime terantur, tandem candeſcunt. 2.) Putrefactione vegetabilium, quæ ſi recentia, ſuccoque nativo plena claudantur, & valide conſtringantur, ſponte incaleſcunt, & inflammantur. Humor enim exitu interclusus ſolidas eorum partes diſſolvere, ac latentes igniculos evolvere aggreditur. Cum vero hæc putrefactio admodum lente peragatur, calor ejusdem ope genitus diu perſeverat; hinc plurimi usus eſt in concilianda terræ fertilitate, & acceleranda fructuum, ac plantarum maturitate. Imo calorem fimi feliciter traduxit Reaumurius etiam ad excludenda ova ſine incubantis gallinæ miniſterio. 3.) Communicatione ignis jam excitati, quæ duplici ratione fit: ignis enim adhibitus interdum motum duntaxat quemdam inteſtinum excitat ſine partium diſſipatione, & luce, quem *calorem* infra eſſe dicemus:

mus: interdum ſic exagitat materiæ particulas, ut earum vincula diſſuat, ac diſſipet, quæ actio *combuſtio* adpellatur. 4) Solo aeris acceſſu, ut in quibusdam phosphoris usuvenit. 5) Denique sola corporum quorumdam permiſtione. Sic recentes ferri limati pulveres ſi cum æquali puriſſimi sulfuris portione conterantur, tum aqua pura in maſſam subigantur, ac ad pedis unius profunditatem terra obruantur, poſt horas octo terra intumescet, vapores calidi sulfurei, ac demum flamma erumpet.

Scholion. Hi sunt præcipui ignis generandi modi, in quorum pleriſque occurrunt quædam scitu digniſſima. 1) Mutuo corporum tritu eo vehementior excitatur ignis, quo partes attritæ rigidiores, magisque elaſticæ fuerint. Hinc interjecto sebo, plumbo, oleo, &c. ignis notabilis vix generatur: item quo magis adſtringuntur, & celerius agitantur corpora; quare ſi spatium aliquod vel nullo, vel raro, & vix ſibi cohærente corpore occupetur, deſitque motus, & compreſſio valida, non erit ignis actio notabilis; unde iterum licet intelligere, cur in summis montium jugis exiguus sentiatur calor. Eodem hoc pacto repente enascitur ignis tritu ſilicis, & chalybis. Ictus nimirum chalybis, qui comparate ad minimas particulas eſt valentiſſimus, comprimit receptacula ignem concludentia, atque ita vim ejusdem auget.

Cen-

Cenſuit Boerhaavius ignem hunc parem eſſe ei, qui in foco ſpeculorum urentium progigni ſolet, propterea, quod ſilicis ramenta momento temporis in vitrum vertat, ut patet e ſcintillis charta exceptis, quæ actio ignis fere ſumma eſt. Verum Reaumurio videtur tanta ignis vi opus non eſſe ad eum effectum præſtandum. Obſervat ille plurimum materiæ ardori aptiſſimæ ineſſe in ferro, indeque ductilitatem ejus pendere: materiam hanc a ferro facillime tolli, idque in ſcoriam redigi, ſi parva portione accipiatur. Hoc ut oſtenderet, flammam candelæ afflando direxit in ſitum horizontalem, tenuemque ferri limati pulverem per eam tranſmiſit, & cadentem charta excepit. Pulvis hic maxima ex parte fuſus abiit in globulos cavos, texturam ſpongiæ affinem habentes, abſumta nempe per ignem parte ſulfurea.

2) Caloris communicatio lege communi peragitur: corpus nimirum calidum alteri non plus, ſed minus motus impertit, quam ipſum habeat. Si miſceantur liquores homogenei æquali volumine, ſintque diverſo caloris gradu præditi, putavit Boerhaavius calorem communem mixti fore dimidiam differentiam calorum, quos ante ſeorſim liquores obtinebant: e. g. ſi libra bullientis aquæ, ſeu habentis gradus caloris 212, miſceatur cum libra aquæ calentis ad gradus 32, cenſuit mixti calorem fore gradus 90. Verum Nolletus accuratis experimentis oſten-

oſtendit; mixti calorem semper eſſe compoſitum e dimidia illa differentia, & calore communi; adeoque in casu memorato eſſe graduum 122, quod legibus motuum apprime conforme eſt. Certe e sententia Berhaavii consequens eſſet aquam ad 20 gradus calentem adfusa aqua calente ad gradus 50 reduci ad gradus caloris 15, hoc eſt, aquam adfusa alia calidiori refrigerari, quod perabsurdum eſt. At enim Boerhavius non suis, sed amici Fahrenheitii experimentis inductus in errorem fuit, ut patebit legenti ipſius Elem. Chem. de Ign. exp. 20. coroll. 11.

Si hæc communicatio versus certam plagam impediatur, erit versus partes ceteras vehementior. Sic ſi candens fili ferrei extremitas aquæ subito immergatur, atque ita meatus repente coarctentur, alterum extremum illico incalescit. Universe autem quo denſiora sunt corpora, eo majorem recipiunt caloris gradum: res tamen exceptionem in quibusdam patitur. Oleum quippe lini aqua rarius quum ebullit, habet gradus caloris fere 600, quot videlicet mercurius aqua plus quam 14 vicibus denſior. Præterea calor tanto citius deperditur, quanto spiſſiora corpora frigida extrinsecus admoventur. Hinc ferrum sæviente hieme frigidius nobis videtur eſſe, quam pluma eidem aeri expoſita; quia propter vicinitatem plurium particularum plus caloris digitus perdit. Similiter aere ventilabri ope excitato refrigeramur eo

fere

fere modo, quo refrigeraremur, ſi veſtibus novis identidem indueremur. Nimirum calor vitalis noſtri corporis ſolet eſſe graduum 92, quos ſi aer obtineret, vitam in eo ducere non poſſemus; ſemper ergo magis calent noſtra corpora, intus intra ſe motuum originem habentia, quam aer circumfuſus. „ Sit homo, inquit Boerhaavius, ab exercitio corporis, vel a morbo, aliave de cauſſa calens intra veſtes in aere quietiſſimo ad gradum 100. Aer communis eſto illo tempore temperatior, qui vulgo notatur graduum 48. Facile intelligitis omnes, quod jam veſtes corpori adſtrictæ calore corporis brevi ubique fere ut corpus caleſcant. Imo & aer quoque quieſcens jam, circa illas veſtes ambiens, atque circa caput hujus hominis hærens, multum caleſcet, plus quam ad gradus 48; quum, ſæpe viderim acceſſum calidi hominis in diſtantia 4 pedum a thermoſcopio illud ſtatim mutaſſe calefaciendo, ſolo calore de corpore ejus exhalante, qui thermometri calor ita genitus mox tollebatur ad receſſum hominis. Si itaque aer ille vicinus, ac veſtes ponantur reducta ad gradus 60, erit hominis illius corpus in ea temperie undique immerſum, omnia ejus vaſa, & humores laxati adpoſite ad huncce gradum, nervi ejusdem exteriores affecti eodem tali caloris senſu. Exponatur jam hoc corpus vento, qui uno

„ ſcru-

„ ſcrupulo horæ ſecundo 6 pedes percurrit, jam omnis calor aeris ambientis, & veſtimentorum auferetur intra „ minutum hoc ſecundum, & adplicabitur corpori undique gradus caloris 48, „ unde phyſice corpus 12 gradibus ad exteriora evadet frigidius: cumque „ ventus ille ponatur perpetuo idem, „ debebit brevi corpus undique usque in „ profundiſſima frigeſcere; quoniam ſcilicet extrinſecus adplicatum perpetuo „ frigus illud novum omni quoque momento tantundem de genito per vitalem motum calore aufert," Hinc ad follis cujusdam ingentis aperturam liquor thermometri nihil mutatur. „ Nam ignis, „ ut idem ait, fere æque facile defertur per aera quieſcentem, vel motum, ob ingentem ejusdem raritatem. „ Si tamen aer ille vi ſumma agitaretur, quæ hoc folle nequit excitari, „ tum ſane ab attritu oriretur major ſimul calor, ut ſupra patuit (putat „ nempe globum tormento excuſſum ab „ aeris tritu vehementer incaleſcere), „ ſed nonniſi ab attritu. Unde forte fit, „ ut procellæ ſummæ ceteris paribus „ plerumque, paucis caſibus exceptis, „ calorem ad thermoſcopia augeant potius, quam imminuant: certe ſummos „ ventos frequentiſſime calido cum aere „ contingere dudum obſervare memini, „ acerrimum vero gelu ſilentiſſimo vento."

Demum ut ignis ardorem ſuum materiæ

tariæ cuipiam poſſit communicare, quædam præſto eſſe debent conditiones. Sane candela, aut ardens pruna in alcohole inflammationis capaciſſimo demerſa exſtinguitur, cum ſcilicet longe majorem requirat ignis gradum, quam alcohol etiam ebulliens poſſit capere, ignisque obruatur, nec queat pabuli particulas ſatis attenuare. Illud hic mirabile: guttulam alcoholis ferro candenti injectam cogi in lucidum globulum inſtar mercurii, tum absque ulla inflammatione diſſipari: id autem non fieri, quum aut paulo major ejus copia, aut minuta ſulfuris fruſta adhibentur. Forte in maſſa tam exigua latens materia ad inflammationem apta calore ſubito rarefit, atque adeo notabilem flammam exhibere nequit, quemadmodum exhibet, ſi majore copia adfundatur. Si candela in alcohole ſic demergatur, ut flammæ apex extra liquorem emineat, primum alcoholis pars flammæ proxima, tum tota ſuperficies flammam concipit. Si alcohol calefiat, dum fumet, candela admota vaporem accendit, & ignis per totam liquoris ſuperficiem continuo diffunditur, inhæretque adeo pertinaciter, ut nulla poſſit arte adigi ad corripiendas partes interiores. Quare pespicuum eſt alcohol eatenus ſolum conſumi ab igne, quatenus halitus calore ſeparati, ac ſurſum elati perveniunt usque ad eam ſuperficiem aeri adhærentem. Hinc porro efficitur materiam quamvis ab igne non ſimul,

sed

ſed ſenſim conſumi: ſcilicet particulæ ſenſim caleſieri, extricari, ac in vapores verti debent: hinc quo plura adfuerint effectui huic obſtacula, eo lentior, ac debilior futura deflagratio eſt.

3) Exemplum inflammationis ope aeris excitatæ illuſtre ſuppeditat phosphorus Homberʒii. Conficitur ille ex parte animalis molli, aut etiam farina, quæ in ferrea ſartagine ſupra moderatum ignem tamdiu agitatur ſpatula ferrea, dum torrendo in pulverem nigrum abeat. Parti uni hujus pulveris ſine intermiſſione terendo miſcentur quatuor crudi aluminis partes, unde exſiſtet pulvis quidam tenuiſſimus, qui impoſitus ferreæ ſartagini uritur, ſpatula interea fere candente ſemper agitando; atque terendo, ne fuſum alumen in maſſam coeat, idque donec nullum amplius fumum exhalet, totaque materia in pulverem ſubtilem, ſiccum, fixum, nigrumque convertatur. Imponitur deinde phialæ puræ, ac ſiccæ colli anguſtioris, ita ut duas prope tertias ejusdem partes expleat, clauditurque operculo e charta parato, ac in crucibulo ſic reponitur, ut fundus ejus nusquam attingatur. Tum arena circumdatur, & uritur; donec materia intus candeat; manetque in eodem ſtatu horæ ſpatio: deinde igne illo adhuc perdurante os phialæ arctiſſime clauditur, ne pateat aeri introitus, & ſic demum refrigeratur. Si ex maſſa hunc in modum parata grana aliquot in aerem excutiantur,

tur, illico inflammantur; vim autem hanc diuturniore aeris attactu perdunt. Simile phosphori genus deſcribitur in Monum. Acad. Paris. A. 1729. In his inflammatio propterea fit, quia humor, quo aer nunquam non abundat, a fixis phosphororum ſalibus repente abſorbetur, tritumque excitat. Hinc ſi grana Hombergiani phosphori excipiantur manu ob exhalationes nonnihil humida, promptius accenduntur, quam ſi digitis probe exſiccatis contrectarentur. Aere autem non ſatis excluſo humor ſenſim, & lente abſorbetur, nec proinde capax eſt notabilem tritum excitandi, unde perit vis phosphororum, quod ipſum in calce aeri diu patente uſuvenit.

4) Ignis item ſola permiſtione geniti exempla non pauca in natura ſuppetunt. Si libræ dimidiæ nitri ſicci puriſſimi, ac in pulverem redacti tantundem olei vitrioli ab omni phlegmate depurgati admisceatur, igneque arenæ modico, at diu ſuſtentato fiat diſtillatio in vas purum, ac ſiccum, ita ut flaventis inſtar vaporis adſurgat ſpiritus nitri Glauberianus, acquiritur liquor, cujus ſi una, aut ſemialtera drachma adfundatur drachmæ olei ſtillatitii cariophyllorum orientalium, ligni ſaſſafras, terebinthinæ, aut carvi, de frigidis hiſce liquoribus ſubito luculenta erumpet flamma. Adeat, qui plura hujus generis noſſe volet, Monum. Acad. Paris. A. 1726. Interdum hac permiſtione fervor tantummodo ſine flamma naſcitur,

qui quidem in aperto aere ſæpe vehemens eſt propter atmoſphæræ compreſſionem, & partium minimarum tritum: in vacuo contra vix ullus ſentitur motus, ſi e. g. argento ſpiritus nitri adfundatur. Aliquando tamen contrarium obtinet: quia nimirum atmoſphæræ preſſio fortaſſe impedimento eſt, ne particulæ ſupra ſeſe libere moveri queant, quemadmodum accidit, quum ſpiritus marini ſalis ferro ſuperfunditur. Ingens item in vacuo exoritur fervor, ſi ſpiritus vini aceto miſceatur: nullus in aere libero. Si acetum diſtillatum addatur lixivio tartari, contento in tubo vitreo, qui continuo claudatur hermetice, ceſſabit fervor; aer enim eo motu genitus liquores permiſtos vehementer comprimit. Illud ſingulare, quod ſe expertum narrat Muſchenbroekius in Addit. ad Tentam. Flor. Si tribus olei vitrioli drachmis adjiciantur binæ ſalis ammoniaci, fervor continuo violentus oritur, exhalans vapores adeo calidos, ut thermometrum iiſdem adplicatum aſcendat 10 gradibus, aliud contra ſimile thermometrum mixto ipſi immerſum deſcendat 12 gradibus, quod tamen ipſum mixtum ſuperfuſa aqua incaleſcit. Eadem evenient, ſi miſceatur ſal ammoniacus, vel ſal volatilis urinoſus, aut ſal cornu cervi cum ſpiritu vitrioli, vel cum aqua forti, vel denique cum diſtillato aceto. Ratio fortaſſis eſt, quod arctius unitæ, & quodammodo ſeſe amplectentes mixtorum partes

tes ignem irretitum ſine magno tritu expellant; aut in majores portiones concreſcant, quam ut ab incluſis igniculis ſatis agitari queant; unde ſi aqua diluantur, caleſcunt. Mirum autem videri non utique debet, ſi caleant vapores, quos igniculi avolantes, parteſque liquorum ſecum rapientes efficiunt.

De *ejuſdem pabulo*.

97. Ut generatus ignis conſervetur, & veluti alatur, pabulo quopiam aget, non quaſi de illo continenter gignatur, ſed quia igniculis, & ardentis materiæ corpuſculis perpetuo avolantibus, novæ ſemper ſuccedere, ignemque quodammodo adfundere debent, ut is collectus manere, vireſque ſuas expromere poſſit.

Scholion. Qui pabuli hujus indolem pernoſſe cupit, diligenter meminiſſe debet, in quavis materia ad inflammandum apta hæc fere ineſſe; aquam, ſpiritum ſeu corpuſcula plerumque odorata aquæ inhærentia, cumque illa in vaporem abeuntia, ſalem acidum, itemque alcalinum volatilem, oleum volatile fere ipſius corporis odore fragrans, oleum magis fixum, & ponderoſum, carbonem atrum, cineres albeſcentes, ſalem alcalinum cineribus permiſtum, & denique terream cinerum partem. Jam ex his aquam non eſſe pabulum ignis facile patet; hæc enim nequit capere ignem 212 gradibus majorem, atque propterea flammam reſtringuit etiam, quum in vapo-

res reſoluta eſt : partibus item ardentis materiæ interjecta tritum minuit, novamque ignis collectionem impedit, licet flammam corporum pinguium non exſtinguat, cum ab iis non attrahatur. E reliquis memoratis partibus ſolum oleum, ſeu alcohol ſincerum eſſe ignis genuinum pabulum multis oſtendit Boerhaavius. Et certe ſi de materia concipiendæ flammæ idonea tollatur id totum, quod veri olei indolem habet, pars reliqua nulla poteſt arte adigi, ut flammam concipiat, vel nutriat, tametſi poſſit incaleſcere, vel etiam igneſcere; eadem tamen ad flammæ violentiam plurimum confert. Sic aqua bullienti oleo injecta efficit motus, & diſſipationes partium violentas: cum enim tunc oleum gaudeat calore graduum circiter 600, aqua in ejus interjectus ſe inſinuans occurrit ubique calori calorem ipſius etiam bullientis ter propemodum exſuperanti; hinc ejus guttulæ vi incredibili dilatatæ partes olei tenaciores concutiunt, diſſipant, ſecum in aera rapiunt.

Multo vero major naſcitur violentia, ſi æri fuſo pauxillum aquæ adſpergatur, aut pauca æris fuſi grana in aquam incidant: tunc enim vas quoque ipſum in pulverem contritum diſploditur. Sed & aliæ materiæ ad alendam flammam inhabiles augent ignis impetum. Sane alcohol puriſſimum nec ardorem habet violentum, nec calorem magnum; ſi tamen

men aliis corporibus permisceatur, vim habet non mediocrem: Audiatur iterum Boerhaavius. „ Dum pingue lignum vivo „ imponitur foco, tum a solo ejus in„ termiſto oleo una cum igne poteſt „ flamma fieri, & reipsa fit. Hæc ita „ nata flamma ligni ſuperficiem lambens „ arripit, incendit, consumit, in novam „ flammam convertit omne id oleum, „ quod poteſt nudum attingere: hinc „ hæc flamma prima ſuſtinetur, urge„ tur aſſiduo, quamdiu hoc oleum in „ hujus flammæ actuosam vim incurrit: „ Interim vero, dum jam sal, & terra „ huic comburendo oleo quam arctiſſime „ cohærent, ſimul hæc in partes divul„ sa tenues per hanc rapiditatem accen„ ſi olei, intra ipsam hanc flammam „ agitantur plus, quam oleum ipsum, „ hinc quam rapidiſſime conteruntur, „ itaut vix ulla celerior agitatio nosca„ tur. Atque illa ipsa adeo fortis partium „ harum duriſſimarum arctiſſime compreſſa„ rum ab atmosphæra attritio violentiſſima „ ignem ipsum eo allicit, qui iterum oleum „ plus agitat: unde igitur facile conci„ pitur vivida vis hujus univerſi ignis. „ Atque hæc quidem dum contingunt, „ interim solidum corpus ligni huic fo„ co impoſiti in omni suo interiore cor„ pore calescit, funditur, rarescit, ela„ ſtica ingenti cum impetu dispellit, „ olea sua promit, ſicque tanto diutius „ hac ſucceſſiva actione ignem conti„ nuat " Quod hic de atmosphæræ pres-

ſi ne dicitur, exemplo pulveris pyrii luculente confirmatur, qui in aperto aere accenſus diſſilit ſine magna vi; at globo, & tormenti lateribus interclusus globum maxima cum violentia ejicit.

De cauſſa ignem pabulo uniente.

98. Ignem pabulo adplicatum eſſe haud ſufficit, ſed opus eſt præterea cauſſa quapiam continenter agente, quæ ejusdem ſeparationem, ac diſſipationem prohibeat, quæque partes duras flammæ alendæ inhabiles intra ſpatium ignis coerceat, ne ſubito in auras dilabantur. Eſt autem hæc cauſſa præter nativam partium vinctionem ipsa atmosphæræ preſſio.

Scholion. Juvat rurſus audire Boerhaavium in hoc argumento præcipua quadam diligentia verſatum. „ Sit, inquit „ ille, ſupra laminam ferream accenſus „ focus ex ligno optimo perfecte per to- „ tum ardens, cujus baſis ſit quadrata, „ latus longitudine pedis Rhenolandici. „ Incumbit igitur baſi hujus foci pondus „ atmosphæræ, ut ſe habet in priſmate „ aerio, cujus baſis eſt pes quadratus „ Rhenolandicus. Ejus autem priſmatis „ pondus conſtat ex Torricellianis ſe ha- „ bere variis temporibus varia menſura, „ ita tamen, ut raro ſit differentia ma- „ jor, quam una decima inter pondero- „ ſiſſimam repertam, & inter leviſſi- „ mam. Nos igitur ponamus eſſe eo „ tempore atmosphæram ponderoſiſſi-

„ mam

„ mam 30 pollices Rhenolandicos altam
„ in barometro mercuriali. Poſito igitur
„ argento vivo ad aquam in pondere,
„ ut 14 : 1, & libra aquæ hoc ſereno
„ tempore 64 librarum argentariarum :
„ Erit hoc tempore preſſio ponderis in-
„ cumbentis atmosphæræ in illam qua-
„ dratam baſim 2240 librarum argenta-
„ riarum. Hæc itaque vaſtitas ponderis
„ agit hoc tempore in hunc focum. Ve-
„ rum in illo foco quadrato ardet jam
„ vivus ignis, qui a se removet undi-
„ que, atque elevat ſurſum vi incredi-
„ bili omnem hanc molem obſtantem at-
„ mosphæræ, ſimul expellit ex accenſi
„ foci ſpatio omnem materiem gravis il-
„ lius atmosphæræ, adeoque pondus
„ ipſum atmosphæræ adhuc adauget. Igi-
„ tur rurſum ex hydroſtaticis liquidum
„ reſiſtens repulſæ atmosphæræ premet
„ omnia puncta ſuperficiei accenſi in hoc
„ foco ignis, qui ergo coercetur undi-
„ que ab hoc pondere æque fortiter,
„ ac ſi premeretur fornice tam valido,
„ qui non rumperetur vi incumbentium
„ 2240 librarum. Igitur partes inflam-
„ mabiles in hoc foco agitatæ per vim
„ elementalis ibi jam collecti ignis, ſi-
„ mulque omnia alia corpuſcula non
„ combuſtibilia ſimul acta vi utrius-
„ que prioris, conantia ab igne effuge-
„ re, repercutiuntur verſus centrum
„ ignis illius tam magno pondere, idque
„ aſſiduo, ſemperque accurate tanto ma-
„ gis, quo magis intus agit ille ignis.
K 4 „ In-

„ Inde igitur noſcitis, quod & partes
„ ipſius ignis, & materiæ combuſtibilis,
„ vi tam ingenti adplicentur, adpri-
„ mantur, & comprimantur inter ſe,
„ ſimulque incredibili virtute illius ignis
„ dilatantis omnia, atque moventis quam
„ rapidiſſime concutiantur, atque cir-
„ cumvibrentur inter ſe. Nonne igitur
„ in hoc foco fit attritus maximus in-
„ ter hæc omnia ſolida? Nonne eo pro-
„ portionaliter major attritorum in ſe
„ invicem adpreſſio, quo attritus ab
„ ipſo igne major? Sed ignis cum com-
„ buſtibili ardens per concuſſus agit ſem-
„ per inæquabiles in atmoſphæram ſem-
„ per æqualiter contra nitentem. Itaque
„ & focus perpetuo ita recidente at-
„ moſphæra percutitur haud aliter,
„ quam ſi malleo 2240 librarum percu-
„ teretur omni momento. Quum rur-
„ ſum cernamus aera ſupra ignem quam
„ violentiſſime ebullire, ut contingit,
„ dum pruna ardens ſoli expoſita ſpe-
„ ctatur ab oculo verſus ſolem ſupra
„ prunam directo, utique elaſticiſſimi
„ liquidi hujus fortiſsime ebullientis ſub-
„ ſultus tanto ſunt ad ignem fortiores,
„ crebrioresque: ſi autem in uno loco
„ tum foci ignis minus reſiſtit, eo aer
„ impreſſus ab atmoſphæra velocissime
„ irruet, iterumque vi ignis illico rare-
„ factus, repulsusque faciet oſcillationes
„ perpetuas, violentas ſupra omnem fo-
„ ci illius ambitum. Quamdiu ergo ſatis
„ ignis fuerit in hoc foco ad faciendam
„ flam-

„ ſlammam cum vero ſuo pabulo; quamdiu
„ reliquæ partes ab hac flamma agitari
„ poterunt quam fortiſſime; quamdiu
„ per fornicem illum fortem aerium
„ comprimuntur tanta vi inter ſe, ut
„ exire inde nequeant; tamdiu fiet in-
„ tra hunc focum tantus attritus, ut
„ neceſſario advocetur ignis, qui ſufficit
„ ad ſimilem flammam continuandam in
„ illo loco “.

„ Simul ac vero in hoc foco deeſt
„ vel ignis elementalis agitans, vel pa-
„ bulum inflammandum, aut & partes
„ agitandæ craſſiores duræ, immutabi-
„ les inter illa priora, tam cito focus
„ debilitabitur, deſinetque. Si vero for-
„ nix ille aerius debilitatur, minusve
„ ponderoſus fit, tum ſtatim ignis in
„ foco reddetur debilior. Ubi autem
„ valde minuitur, tum ſtatim diſſipatio-
„ ne facta diſſiliunt a ſe mutuo ignis,
„ pabulum, alia: unde omnis flamma
„ primo, mox & ignis ſcintillans in va-
„ cuo Boyleano deſinunt: non enim par-
„ tium ſupereſt ad partes adplicatio. In-
„ de & ventus flammæ vim multum in-
„ citat; quia eſt potentia idem, ac ſi
„ fieret atmoſphæra tanto ponderoſior
„ in illum. Si autem ventus adeo ſpirat
„ fortis in focum, ut ipſum hunc forni-
„ cem aerium queat deſtruere, tum flam-
„ ma uno momento flatu exſtinguetur,
„ ſtatimque iterum forte excitabitur,
„ eodem flatu, qui exſtinxerat. Hinc
„ igitur folle actus focus, ſi ejus vento

„ haud exſtinguitur, vi nimii venti ru-
„ pto hoc fornice, ſemper tanto fortius
„ adplicat hæc, ſicque violentiorem
„ flammam facit. Quando autem bini va-
„ lidi folles a partibus oppoſitis in eun-
„ dem focum ſpirant quam fortiſſime,
„ tum ingens flamma in medio ſic acti
„ ignis oritur, qua cito ſolent metalla
„ liquescere, aliaque opera fieri. Quæ
„ sane apud aurifabros, atque alios me-
„ tallurgos quotidie videre eſt. Deni-
„ que & intelligitur, cur tanto arden-
„ tius urantur foci, quo acutiſſimum ge-
„ lu aera gelidius conſtringit: tum ni-
„ mirum fornix aerius focum cingens
„ tanto semper arctius, fortiusque eum
„ coercet, adeoque tam diu corpuscula
„ in hoc ignis torrente volitantia magis
„ impedit, ne ex eo evolare queant,
„ niſi prius diuturna ignis actione usque
„ adeo ſint imminuta, ut apta evadant
„ exilire per ipsum aera, atque a foco
„ aufugere. Simul inde naſcitur hujus
„ foci preſſio maxima in superioribus,
„ minor ad ambitum baseos, unde & ea
„ parte aer facillime succedens flam-
„ mam, ignemque ſurſum premit; quum-
„ que in medio denſatiſſimus ſit, adeo-
„ que fortiſſimus ignis, inde in medio
„ foci ſuperiore acumen altius affectat
„ flamma, quam ad latera, ubi minui-
„ tur ſenſim vis ignis; inde figura pyra-
„ midalis flammæ in hoc foco exoritur.
„ Simul ac autem undique cingitur su-
„ perficies hujus foci corpore duro,

quod

„ quod aera arcet, tum ignis, pabulum, „ rotata corpuſcula ab omni parte æqualiter preſſa, & repreſſa cito inter ſe „ quieſcunt, flamma deſinit, ipſe focus excitatus brevi exſtinguitur, qui „ tamen ablato hoc operculo, admiſſu „ liberi aeris illico iterum in flammam „ vivam, vel utique in ignem ardentem, fulgidum, illico revivificari poterit „.

Quid flamma?

Hinc ergo pronum eſt intelligere; flammam non aliud eſſe, quam accenſum fumum, conſtantem particulis aquæ, ſalis, olei, terræ. Caminum quemdam ἄκαπνον conſtruxit Daleſmius, quem ad manum ipſe quoque habeo, in quo collectus fumus omnis per flammam tranſire cogitur, atque ita totus in ignem vertitur abſque notabili fumo, & fuligine erumpentem. Eſt itaque fumus materia ad inflammandum apta, vehementer agitata, necdum tamen candeſcens: flamma vero eſt eadem materia jam ignita. Hinc candelæ recens exſtinctæ fumus admota flamma accenditur. Quodſi ejuſdem flamma verſus certam plagam flatu dirigatur, vis ejus ſic increſcit, ut vitrum breviſſimo tempore fundat, id quod duplici e capite proficiſcitur. Et imprimis quidem quia ventus conſtipat particulas accenſas verſus eam plagam, quæ aliter in alias plagas, avolarent: deinde quia novus igni motus additur. Quod de a-

ſcenſu, & figura flammæ paulo ante diximus, inde quoque repetendum videtur, quod flamma aſcendendo propter avolantes particulas nova ſemper detrimenta capiat, ac proinde quo altior eſt, eo tenuior eſſe debeat: quare ſi circumdato repagulo ea partium diſſipatio minuatur, flamma extenditur. Adde tritum, quem ab aere obſiſtente patitur, qui etiam in cauſſa eſt, cur aqua per foramen rotundum effluens non cylindri, ſed coni formam induat.

Effectus ſpeculorum & vitrorum urentium.

99. Vis excitati ignis vehementer augetur etiam radiorum igneorum directione. Concipe ſphæram quamdam igneam habentem unius pedis diametrum: actio ejus a centro verſus plagam omnem dirigetur. Accedat jam cauſſa aliqua, quæ hos divergentes radios verſus certam plagam parallele progredi cogat; colligetur eorum efficacitas in circulo hujus ſphæræ maximo, adeoque erit quatuor vicibus violentior, quam ante fuerit in ipſa ſphæræ ſuperficie (579 Math.). Quodſi præterea radii hi paralleli reflexione, vel refractione reddantur convergentes, vis ignis in immenſum excreſcat neceſſe eſt.

Scholion. Exemplum rei hujus jam ſupra habuimus in ſpeculis parabolicis, & ellipticis (80, 81). Indidem pendent ſtupendi effectus lentis Tſchirnhauſianæ ha-

habentis diametrum 48 digitorum, ſpeculi item cavi ſphærici Vilettiani, cujus diameter habuit 43 digitos. Tametſi autem copia radiorum in eam lentem incidentium ſit ad copiam eorum, qui in ſpeculum Viletti incurrunt, ut 2304: 1849; in hoc tamen longe major eſt ignis violentia: tum quia plures hebetantur radii refractione, quam reflexione; tum quia amplitudo foci ſpeculi eſt ad amplitudinem foci lentis, ut 1: 9, adeoque in illo radii magis coacerventur. Speculum Viletti lapides duriſſimos ſubito in vitrum vertit. Quum ejuſdem parietes incaluerunt, effectum minorem præſtat, nam tunc laxatis meatibus plures abſorbet radios: ſin autem iidem parietes fuligine ardentis candelæ obducantur, vim non habent notabilem. Si velo candido contegatur ſpeculum, omne ardoris veſtigium in foco repente evaneſcit. Non eſt de nihilo Boerhaavii ſuſpicio putantis vim ſic collecti ignis non modo creſcere in ratione denſitatis radiorum, ſed etiam propter novam quampiam actionem e majori particularum vicinitate oriundam. Si enim thermometrum in aere frigidiſſimo ſole colluſtrato conſiſtens ad gradus 20 admoveatur in axe ſpeculi Vilettiani ad diſtantiam 5 dig. a foco, dum in eodem ſaxa liqueſcunt, ac in vitrum abeunt, vix erit illic calor 190 graduum; quod tantum caloris diſcrimen a ſola denſitatum differentia ſane proficiſci nequit: nam in ea

di-

diſtantia radii non niſi 85 circiter vicibus sunt rariores, quam in foco ipso, in quo proinde calor deberet totidem tantum vicibus eſſe major, quam in ea 5 digitorum diſtantia, qui profecto edendis ſtupendis illis effectibus par non esset. Quid, quod etiam in eadem illa diſtantia calor major eſt, quam pro denſitate radiorum, ut patebit aperturam speculi cum spatio, quod radii illic occupant, conferenti.

CAPUT XVII.

De Natura Ignis.

Ignis idem eſt quod lumen.

100. Ex proprietatibus hactenus expenſis putamus satis luculente effici ignem eſſe materiam lucis cum oleo corporum ardentium fermentantem. Nam ope materiæ hujus, quam exſtare in rerum natura aliunde certum eſt, omnes ignis proprietates satis probabiliter explicantur. Et fluiditas quidem, subtilitas, ac elaſticitas particularum in luce perſpicua eſt. Sed neque ejusdem per omnia corporum diſtributio in dubium poteſt vocari, cum nullum omnino ſit corpus e quo vel tritu, vel electritatis concitatio-

tione, vel aliis modis nequeat lux quovis tempore elici. Denique etiam voluminum dilatatio, varia ignis procreatio, nutrimentum, temperatio, exſtinctio ex iſta ſententia facile conſequuntur. Porro motus ille vehemens, quem experimur in igne, naſcitur e mutuis particularum viribus, quæ, mutatis paululum diſtantiis acceſſione ſcintillæ, vel tenuiſſimi radii, ex æquilibritate depelluntur, cientque motus perturbatos in omnem maſſam celerrime propagandos. Conf. P. I. §. 34. ſchol.

Coroll. 1. Nihil ergo patiuntur ab igne corpora oleo omni deſtituta, qualis eſt tela ex amianto, quæ moderato igne non comburitur, ſed depurgatur, ut ſæpe experta fuit Londini Academia Regia, quæ telam ejusmodi contexendam curavit.

Coroll. 2. Si corpus quoddam nihil omnino haberet olei admixtum, id ne in vehementiſſimo quidem igne ſolveretur, neque ullum acquireret partium motum, quem noſtra hæc corpora non incurſu ignis, ſed fermentatione ab internis profecta viribus acquirunt. Quare in ſole ipſo, ſtellisque fixis poſſent exſtare corpora oleo omni deſtituta, quæ illic vivere, ali, ac perdurare poſſent ſine ulla texturæ læſione, ſicuti ſolares maculas ſatis interdum diu perſtare obſervamus. „ Fingamus, inquit Boſcovi„ chius, noſtra corpora compacta eſſe ex „ illis terris, quas bolos vocant, quæ

a di-

„ a diverſis aquis mineralibus deponuntur, & quæ cum acidis fermentant, „ ac omnia corpora, quæ habemus præ „ manibus vel ex eadem eſſe terra, vel „ plurimum ex ea habere admixtum. „ Acetum nobis haberetur loco ignis: „ quæcunque corpora in acetum deciderent, ingenti motu excitato diſſolverentur citiſſime; & ſi manum immitteremus in acetum, ea ipſa per fermentationem exortam amiſſa, protinus „ horrore concuteremur ad ſolam aceti „ viciniam, & eodem modo videretur „ nobis abſurdum quoddam ubi audiremus eſſe ſubſtantias, quæ acetum non „ metuunt, & in eo diu perſtare poſſint ſine minimo motu, atque ſui textus læſione, quo vulgus prorſus rem „ abſurdam cenſebit, ſi audiat, in medio igne, in ipſo ſole poſſe haberi „ corpora, quæ nullam inde læſionem „ accipiant, ſed pacatiſſima quieſcant, „ vegetent, ac vivant.

Scholion. Siquis eorum, qui cauſſas rerum naturalium non animo ſolum, ſed etiam manibus quodammodo contrectare volunt, earum virium, quæ in igne inſunt, originem (ut ipſi vocare ſolent) mechanicam a nobis exquirat, dicemus cum Nolleto, primi ſubſellii Carteſiano, univerſe in fermentationibus menſtruum ſubire in corpus ſolidum ea vi, qua liquor ſubit, in ſpongiam, aut in tubos, ut vocant capillares. Ultra rem urgenti cum eodem reſpondebimus: „ Si deinde.

„ de a me quæratur, quænam ſit arca-
„ na ea vis, quæ faciat ſubire liquores
„ in corpora ſpongioſa, vel, quod idem
„ eſt, in tubos capillares, fateor inge-
„ nue me hujus rei cauſſam ignorare;
„ phænomena tamen, quæ in omnium
„ oculis poſita ſunt, poſſe inſervire ex-
„ plicandis aliis magis obſcuris „. Lect. 13. Sect. 2. Idem quærentibus, undenam exſiſteret in igne vis corpora omnia dilatandi, reſpondet: „ Eſſe quoddam ſe-
„ cretum naturæ nondum ſatis explica-
„ tum; quod tametſi nunquam explican-
„ dum eſſet, ſi tamen rationes ſatis firmæ
„ ſuppetant opinandi eundem hunc ignem
„ cum hac, quam in eo detegimus, pro-
„ prietate ubique, etiam in minimis ma-
„ teriæ portionibus præſentem eſſe, id
„ utique ſufficit ad reddendam rationem
„ ortus, & progreſſionum inflammatio-
„ nis „. Hos nempe ſenſus induunt hodie ingenui Carteſiani, & ſenſim ad Newtoni ſigna transeunt. Sed jam ad ſcrupulos quoſdam tironi eximendos veniamus.

Refelluntur argumenta contraria.

1.) Si ignis a luce diſtinguendus non ſit, videtur concluſione legitima effici lucem majore copia collectam ſemper cum ignis effectibus conſociatam eſſe oportere: id autem pugnare cum experientia; cum multa corpora ſatis vividum lumen effundant ſine ullo caloris, aut dilatationis indicio, cumque mercurius

rius in thermometro expoſito radiis lunæ plenæ ſpeculo collectis nihil omnino aſcendat. Verum non eſt lux in caſibus ejuſmodi ſic conſtipata, ut effectum ignis aliquem notabilem edere poſſit. Certe experimenta a Bouguerio inſtituta oſtendunt denſitatem radiorum a luna plena venientium eſſe ad eorum denſitatem, qui a ſole directe proficiſcuntur, ut 1 : 300000. Quare tametſi ſpeculum radios vehementer condenſet, lux tamen lunæ in foco erit adhuc multo debilior, quam lux directa ſolis. Sed ut vis reſponſi hujus penitus intelligatur, juvat audire Boſcovichium de lumine ſolis a luna plena reflexo hunc in modum diſſerentem. „

„ Lumen ejuſmodi ante reflexionem in-
„ cidit in hemiſphærium lunæ, imo ejus
„ menſura eſt ſola baſis hemiſphærii ip-
„ ſius, nimirum circulus lunæ maximus;
„ poſt reflexionem vero diffunditur per
„ ſuperficiem fere totam globi habentis
„ pro ſemidiametro diſtantiam lunæ a
„ terra, quæ in caſu ſemidiametri ap-
„ parentis lunæ ipſius 16', eſt ad ejus ſemi-
„ diametrum veram, ut 465 : 100000. Cum
„ igitur ſuperficies ſphærarum ſint ut qua-
„ drata ſemidiametrorum, erit ea ſuper-
„ ficies ad ſuperficiem lunæ totam fere ut
„ 46249 : 1, eſt proinde ad circulum ejus
„ maximum ut 184996 : 1. Tot igitur vici-
„ bus minor erit denſitas media luminis
„ reflexi, quam luminis propagati dire-
„ cte uſque ad lunam, vel etiam ad ter-
„ ram a quovis ſolis puncto, ſi totum id

lu-

„ lumen reflecteretur, quæ attenuatio
„ jam ſatis magna eſt; eſt enim ejusmo-
„ di, quæ haberetur, ſi ſol abiret ad
„ eam diſtantiam, in qua ejus adparens
„ discus in eadem ratione minor eſſet,
„ quam nunc, nimirum in qua diame-
„ ter adparens eſſet tot vicibus minor,
„ quot exprimit ejusdem numeri radix
„ quadrata, nempe 420, quo casu ſolis
„ diameter ad ſola 4. reduceretur „. Quanta præterea pars luminis ab ipſa lunæ ſuperficie, quanta a fluido, quo eandem undique cingi alias docuimus (P. I. 203), abſorbetur?

2.) At nonne id lumen ſatis vivaci impulſione pervellit oculum? Ita ſane: iſtuc enim organum ceteris eſt magis irritabile, & pupilla inſuper propter circumfuſas tenebras multum explicatur, abeſtque omnis alia lux ſenſionem impediens. Profecto lubricum eſt judicium de radiorum denſitate, quod oculorum autoritate nititur. Nonne perſæpe contingit in ſolis defectionibus, ut licet interjectu lunæ maxima luminis pars intercluſa ſit, diſcrimen tamen in diurna luce nullum advertamus? Mairanus quidem ait in eclipſi totali, quum limbus ſolis occidentalis cœpiſſet e lunæ disco emergere, continuo ſibi lucem inſtar diurnæ adparuiſſe, tametſi vix $\frac{1}{1000}$ disci ſolaris pars fuiſſet conſpicua. Univerſe autem infirmitate ſenſuum noſtrorum efficitur, ut lucem ſine calore, & hunc ſine luce interdum ſentiamus, quæ tamen

men reapſe tam arcto vinculo ſociantur, ut pleraque corpora ſolo calore aucto luceant, & ſola luce aucta incaleſcant. Nonne corpora eo promtius recipiunt calorem, quo magis abſorbent lumen? Nonne radii abſorpti corpora non lucida, ſed calida plerumque efficiunt? Quod vero metalla etiam plurimum calefacta non luceant, inde eſt, quod priusquam eorum particulæ ſatis diviſæ ſint, ignem per lineas rectas effundere nequeant. Denique radii lucis ſola ſpeculorum collectione igneſcunt: ergo jam ante ignei: quare objecta difficultas ipſis etiam adverſariis diſſolvenda eſt, cur nempe radii ſolis directi, ac in foco ſpeculorum collecti urant, reflexi a luna non item.

3) Si ignis, & luminis eadem natura ſit, eundem ſane caloris gradum eſſe oportebit in ſummis montibus, ubi lux admodum copioſa, & vivida eſt, quem in vallibus experimur: at id quidem a veritate alienum eſt, cum conſtet ſub zona torrida ſumma montium juga nive perpetua obſideri. Nodum hunc jam ſupra diſſolvimus: minor nimirum aeris denſitas, atque debilior vis elaſtica facit, ut tritus illic languidior ſit. Minor præterea vaporum copia, majorque tenuitas ad fermentandum minus ſunt idonea. Denique exhalatio vaporum calidorum, qui calores æſtivos cumprimis efficiunt, a vaſtiſſimis illis ſaxis, quibus montes hi conſtrati ſunt, intercluditur.

4) Sunt, qui arbitrentur cum incredibili illa luminis ſubtilitate violentiſſimas ignis effectiones cohærere non poſſe. Sed hi non cogitant ex omnium omnino ſententia ingentem igni adſignandam eſſe tenuitatem, cum denſiſſima etiam corpora liberrime pervadat, eamque cum vehementi illa ignis efficientia conciliari oportere. Plerique eorum, qui hæc adverſus nos diſputant, ſtupenda elaſticitatis phænomena attribuuntætheri, quem confiteri coguntur incomprehenſa eſſe ſubtilitate: his ergo idem hic nodus expediendus eſt. Deinde ſubtilitatem ſic nos quidem lumini tribuimus, ut ſimul aſſignemus vim sese dilatandi vehementiſſimam, cumque materiis olei indolem habentibus fermentandi. Certe violentiſſimas quasque fermentationes a minimis corporum particulis proficiſci in comperto eſt, ut & illud, a tenuiſſimis aquæ guttis propter eandem sese explicandi vim duriſſima corpora dirumpi. Quare ſi ignis ſola incurſione, ſive ſola inertiæ vi, & motus quantitate ageret, omnino fateremur eundem tantis effectibus imparem fore.

5) Alii putant e noſtra ſententia rationem adferri nullam poſſe, cur objecto velo candido calor omnis in foco ſpeculi Vilettiani momento temporis evaneſcat, neque ignis illic collectus ullo deinceps effectu sese manifeſtet. Verum ratio in promtu eſt: ignis enim, ſicuti jam diximus, etiam copioſiſſimus non

ſen-

ſentitur, niſi æquilibritate partium ſublata in motum concitetur, inque maſſis denſis velut irretitus continenter fermentet. Unde ſi corpus quoddam ſolidum in foco ejusmodi collocetur, etiam inducto velo calor vehementiſſimus perſeverat, qui aliter illico in auras diſſipandus erat. Eodem utique responſo uti debent adverſarii, ſi ex iis quæratur, cur æther in illo foco ad tam perturbatas agitationes concitatus, easdem ſubito perdat, ſi velum obducatur, retineat autem ſatis diu, ſi denſum quoddam corpus ad focum adplicatum ſit.

6) Solent hic quædam adferri experimenta, quibus oſtendatur pondus ignis irretiti in corporibus ſub ſenſum cadere: quod quidem ſi verum ſit, ignis maſſam, cui gravitas proportione ſemper reſpondet, majorem eſſe oportet, quam ferat incredibilis illa luminis raritas, ac tenuitas. Sunt autem hujusmodi experimenta. Complura mineralia, quum ignis actione in calcem rediguntur, ponderoſiora eſſe deprehenduntur, ita ut eorum pondus ſæpe $\frac{1}{16}$, interdum etiam $\frac{1}{10}$ ſui parte increſcat. Horum porro experimentorum quædam inſtituta ſunt in vaſis vitreis, quædam in fictilibus; quædam in hermetice clauſis, quædam in apertis; quædam denique igne hoc vulgari, quædam radiis ſolaribus arte collectis eodem ſemper eventu. Verum imprimis in aere libero ſemper adeſt tantum heterogeneæ materiæ, quantum a corpori-

bus

bus in calcem verſis abſorptum ſufficit augendo eorundem ponderi. Deinde extra dubitationem eſt igniculis in ea mineralia ſubeuntibus innumeras adjungi aliorum corporum particulas, quæ nullo queant sensu percipi, & a quibus illa ponderis accretio repetenda ſit. Quid, quod plurima experimenta eam in igne probarent ineſſe maſſam, quam ne ipſi quidem concedunt adversarii? Libræ plumbi 100 suppeditant minii libras 110: credamusne ignem, omnium corporum tenuiſſimum, 10 librarum acceſſionem fecisse? aut particulas omnia solida diſſolventes tanta copia in fragili illo minio irretiri potuiſſe? Sane plumbum fusum longe plus ignis continet, quam idem in calcem versum, nec tamen ejus pondus fuſione augetur. Ad hæc unde, quæso, fit, ut id augmentum conſtanter majus ſit in libero aere, maxime ſi materia in calcem redigenda aſſidue agitetur? apud Boyleum quidem certe una ſtanni uncia in pleno aere carbonum igne elaborata unius drachmæ incrementum accepit: octo vero ejusdem unciæ in vacuo ope ejusdem ignis 18 duntaxat granis accreverunt: & tamen octo unciæ in calcem versæ plus utique ignis imbiberint, quam uncia unica. Denique complura occurrunt experimenta a Bouleducio, Hartsoekero, Boerhaavio, aliisque inſtituta, ubi nullum ejus acceſſionis eſt veſtigium. Conf. §. 6 Schol.

CA-

CAPUT XVIII.

De Calore, & Frigore.

Quid calor?

101. Ex iis, quæ de igne prolixe diſputata ſunt, legitima conſequutione efficitur, calorem in corporibus aliud non eſſe, quam celerrimum, atque perturbatum partium minimarum ab igne fermentante exagitatarum motum; id quod vel ex ipſis caloris excitandi modis aperte comprobatur. Excitari enim calor ſolet admoto igne, mutuo corporum tritu, putrefactione, fluidorum permiſtorum fermentatione &c. atqui perſpicuum eſt hoc pacto non aliud progigni in corporibus, quam celerrimas minimarum partium agitationes. Innumeris ſane conſtat experimentis, poſitis hiſce agitationibus poni calorem, diminutis minui, exſtinctis tolli.

Coroll. Poſſunt ergo perturbatæ motiones excitari in corpore abſque calore notabili, ſi nimirum vel majores duntaxat partes moveantur manente ad ſenſum minimarum particularum poſitione comparativa, ut fit in ventis, aquisque fluentibus; vel non adſit notabilis copia ignis

par-

particulas fermentatione ſua agitantis, ſenſusque noſtros pervellentis, quod in effervescentiis quibuſdam frigidis obſervamus.

Scholion. Dimetiendis caloris gradibus ſenſus noſtros ineptos eſſe vel inde adparet, quod pro varia organorum conſtitutione ſæpe nobis idem corpus & calidum, & frigidum ſimul eſſe videatur. Quare diverſa thermometrorum genera fuere a phyſicis excogitata: hodie in uſu plerumque ſunt Reaumurianum, & Fahrenheitianum. Prioris conſtructio peti poterit e Monum. Acad. Paris. A. 1730, 1731: poſterioris confectionem prolixe docet Muſchenbroekius in Addit. ad Tentam. Flor.

Quid frigus?

102. Quoniam vero frigus calori contrarium eſt, ejus natura in caloris defectu, ſeu fermentantis ignis abſentia reponenda eſt. Nempe fermentans materia ignea vi ſua elaſtica continenter dilatare ſeſe nititur, ac ſi ſpatio quopiam concluſa contineatur, æquabiliter per ipſum diffunditur. Quare ſicubi pars ejuſdem dematur, continuo vicinis e locis tantundem adfluet, quantum æquabilitas illa requirit. Quum ergo in aere libero vel ob imminutas radiorum ſolarium impulſiones, ut fit in hieme; vel propter acceſſum plurimarum particularum perturbatos illos motus impedientium, ceſſat ejus materiæ fermentantis

quantitas, cunctis de corporibus aeri expoſitis magna continenter ignis portio erumpet, eademque admodum frigida remanebunt, quæ ſi manu contrectemus, haud parva ignis portio de hac in illa tranſit, ut res ad æqualitatem reducatur, ipsaque illa motus inteſtini ceſſatio, qua ſtatus fibrarum in manu immutatur, ac ipse rapidus ignis erumpentis torrens moleſtam illam frigoris ſenſionem excitat. Accedit etiam vis illa mutua, qua ignis in alia corpora magis, in alia minus attrahitur; hinc fit, ut paribus ceteris de manu plus ignis rapiatur in corpora denſiora, atque adeo hiberno tempore metalla, & marmora videantur plumis frigidiora.

Scholion. Neque tamen hinc conſequitur corpora, quo duriora ſint, eo etiam frigidiora eſſe oportere: nihil enim vetat minimas adamantis, aliorumque duriſſimorum corporum particulas continente ignis exagitatione tremere. Sed nec tumores, aut diruptiones membrorum, vel fruticum frigore adſtrictorum huic adversantur ſententiæ: nam hæc ex ipsa motus ceſſatione consequi neceſſe eſt, ſicuti videmus corpora fragilia celerrime mota ſæpe diffringi, ſi repente ſiſtantur. Nempe quum frigore meatus interni coarctantur, ſiſtitur humorum, & ſanguinis circuitio; hinc ſucci illi perpetuo commeantes alibi deficere, alibi redundare incipiunt. In arboribus autem ſucci non raro congelant, minimæque eorum

rum particulæ certos angulos veluti affectando divaricantur vi incredibili, atque hinc exſiſtit violenta illa infractio, quemadmodum explicabimus, ubi de glaciei conformatione agemus.

CAPUT XIX.

De Theoria Electricitatis.

Electricitatis indicia.

103. Phænomena electricitatis, quæ cum effectibus ignis non parvam habent affinitatem, vulgo jam notiora sunt, quam ut longam deposcant narrationem. His autem generibus fere continentur. 1) Corpora, in quibus electricitas excitatur, leviores materias intervallo satis notabili attrahunt, & repellunt. 2) Si deſinant in tenues cuspides, lucem quamdam subceruleam cum tenui ſibilo in tenebris spargunt. 3) Admoto corpore non electrico, e.g. digito, scintillam urentem fulguris inſtar excutiunt: 4) Si vultus, aut manus iisdem admoveatur, senſionem in ea efficiunt, qualis enasci solet, cum aranearum telas contrectamus. Hæc nos deinceps *electricitatis indicia* adpellabimus.

Scholion. Ineſt autem in ſingulis his generibus infinita quædam varietas, cujus enucleata pertractatio volumen integrum exposceret: nos ab his minutatim persequendis ratio inſtituti abſtinet; proponemus tamen ſyſtema Franklinianum, e quo præcipuorum phænomenorum explicationem depromemus.

Varietas corporum electricorum.

104. Quodſi effectus electricitatis attenta cogitatione perluſtremus, deprehendemus pendere eosdem a tenuiſſimo quopiam fluido, quod e corporibus aliis effluit ut in alia influat; eadem plane ratione, qua metallorum solutiones pendent ab acidis menſtruorum particulis. Certe ejusmodi fluidum per omnia corpora, quæ quidem electrica reddi possunt, diffundi omnes fere sensus atteſtantur: videmus enim in tenebris ejusdem torrentem, audimus ſibilum, sentimus odorem sulfureum, percipimus tactu ventulum, ac scintillæ emicantis ictum. Quemadmodum autem non quævis alcalina corpora eadem vi arripiunt acidas menſtrui particulas, ita non omnia corpora easdem habent vires ad vaporem hunc electricum arripiendum, ac retinendum. Sunt nimirum, per quorum superficies, ac viscera ipsa facillime pervadit: sunt, in quibus motum non habet, licet illic ingenti copia adſit. Illa adpellantur *symperielectrica*, ut sunt metalla omnia, humores macri, plantæ,

ani-

animaſia &c. hæc *idioelectrica*, ut vitrum, porcellana, sulfur, cera, pix, reſinæ &c.

Indoles electrici fluidi.

Scholion. In quonam autem natura hujus fluidi proprie repoſita ſit, nos hic quidem minime indagabimus: qui legem virium in natura exſiſtentium a nobis alias expoſitam ſedulo expenderit, facile pervidebit poſſe ſola punctorum materiæ combinatione enaſci ejusmodi fluidum, cujus actione omnia electricitatis phænomena producantur. Illud in aperto eſt, fluidum hoc electricum ab igne vulgari, quocum ceteroquin non parvam habet affinitatem, in multis diſſidere. Imprimis enim non tranſit per vitrum, & cetera idioelectrica, licet ſit tenuiſſimum; imo vix aerem ipsum pervadit. Deinde admotis thermometris nulla caloris dat indicia, & ne ipsa quidem ſcintilla electrica ad digitum continenter adfluens excitat caloris ſenſum. Ad hæc in vacuo cumprimis lucet, ubi ignis noſter vulgaris exſtingui ſolet. Denique adfluit, & accumulatur etiam in iis corporibus, quæ igne redundant, qualis eſt flamma, & tamen ex iis, quæ infra dicemus, adparebit vaporem electricum nunquam adfluere ad ea corpora, in quibus idem redundat. Equidem electricum fluidum lucet, quemadmodum ignis communis, ſolvit metalla, inflammat pingues ſpiritus, dilatat fluida, auget eorundem eva-

porationem, juvat plantarum vegetationem, æquabiliter diffunditur &c. at in his ipſis maxima inter utrumque diſcrimina intercedunt.

Quotuplex electricitas?

105. Corpora ad fluidum electricum comparata alia majorem, alia minorem expoſcunt ejusdem copiam ad habendam inter se æquilibritatem, & quamdam veluti naturalem ſaturitatem, qua ſemel adepta plus non recipiunt, prorſus ut alcalina acido ſibi debito ſatiata. Si duo conferantur corpora, quæ comparate ad ſuas maſſas, & vires non eundem habent ſaturitatis gradum, dicetur alterum *poſitive*, seu *per exceſſum*, alterum *negative*, seu *per defectum* electricum.

Quibus modis excitatur?

106. Ut jam electricitatis indicia ſeſe manifeſtent, neceſſe eſt, ut cauſſa quæpiam tollat naturalem illam torrentis electrici æquilibritatem, seu ut mutet quantitatem vaporis, quam corpus naturaliter exigit, id quod in corporibus idioelectricis tribus potiſſimum modis obtinetur. 1.) Valida, ac repetita percusſione, quo pacto lacrimæ vitreæ feſtucas attrahere obſervantur. 2) Calefactione moderata: ita gemmæ nonnullæ leniter calefactæ, ac ſulfur fuſum cum refrigerari incipit, vim electricam oſtendunt. 3) Tritu, ac frictione, qui modus eſt omnium commodiſſimus. In ſymperiele-

ctricis

ctricis ſtatus ille mutatur adplicatione ad idioelectrica, in quibus vis electrica jam excitata eſt. Adplicari autem debent *ſeparata*, hoc eſt, ope vitri, picis, ceræ, fili ſerici, aliorumve corporum idioelecorum a tellure, ac ceteris ſymperielectricis disjuncta, ita ut ab iisdem abſint intervallo digitorum 8 circiter.

Quo modo agit?

107. Aptetur globus vitreus, aut e procellana conflatus ita, ut circa axem converti poſſit, eique pulvillum ſetis refertum, ac pelle inductum ſubjiciatur, vel ejus loco palmus adprimatur, & cum globo in gyrum acto confricetur: *machinam* adpellabimus non globum modo, ſed & pulvillum, aut palmum, ceteraque omnia ſymperielectrica cum his communicationem liberam habentia. Suſpendatur e filis ſericis *catena*, vel tubus metallicus, cujus extremo adnexa ſint fila ferrea, tenuia, globum ſic radentia, ut citra ejusdem læſionem flecti facillime queant. Ego catenæ loco utor priſmate ferreo circiter 25 librarum, e quo dependent catenulæ ferreæ globum radentes; tubo item cavo ferreo 3 ped. cujus diameter eſt 4 dig. Si jam globus circumagatur, vapor electricus in pulvillo, aut manu confricantis latens excitatur, ac ad globi æquatorem continenter adfluit, ac inde ad catenam vel tubum propagatur, circaque eundem ſeſe diffundens atmoſphæram quamdam electri-

cam conſtituit. Quodſi tunc corpus aliquod ſymperielectricum, in quo fluidum electricum gradum quemdam naturalem obtinet, catenæ admoveatur, vapor e catena in illud fluet, vincetque exigui aeris interjecti obſtaculum; unde excitabit lenem quamdam auram, ſibilum, ac ſcintillam, commovebit levia corpuſcula, ceteraque electricitatis indicia exhibebit. Interea vapor e pavimento ope pulvilli, vel hominis globum confricantis adfluet, ac a globo ad catenam conſtanter propagabitur.

Scholion. Verum ut directio torrentis electrici luculenter adpareat, probe obſcurato conclavi adpendatur catenæ ſtylus ferreus, cujus cuſpis modico abſit intervallo ab æquatore globi circumacti, pulvillum autem globo ſubjectum perfecte ſeparetur: ſi tunc pulvillo admoveatur cuſpis alia ferrea acuta, erumpet ex ea cum ſtridore *floccus* quidam lucidiſſimus, in cuſpide vero æquatori globi imminente ſpectabitur elegans *ſtellula* electrica, flocco illo ſuperiore ſine ulla comparatione minor. Si cuſpis a pulvillo removeatur, diſparebit utrumque phænomenon; ſi rurſus admoveatur, utrumque denuo comparebit. Similiter ſi globus pulvillo non ſeparato confricetur, & catena more conſueto electricitate imbuatur, e cuſpide de catena pendente emicabit floccus, in alia cuſpide catenæ admota viſetur ſtellula. Si jam expendatur flocci illius e ſtylo ferreo verſus pulvillum ſeparatum

erum-

erumptis divaricatio, ac verſus propiora pulvilli loca inflexio, luculente patebit vaporem electricum e ſtylo illo ad machinam adfluere: eodem pacto floccus e ſtylo catenæ adpenso verſus admotam manum erumpens oſtendit eundem e catena verſus vicina symperielectrica diffundi. Stellula item in ſtylo æquatori globi imminente comparens docet fluidum electricum a globo ad catenam propagari; ac ſtellula in ſtylo catenæ admoto micans probat idem de catena verſus ſtylum fluere. Denique in extremis digitorum globum confricantium, aut filiorum ferreorum de catena pendentium, & globi æquatorem radentium ſemper viſitur ſtellula. Ex his, & ſequentibus luculenter efficitur vaporem electricum e confricante corpore adfundi ad globi ſuperficiem, inde per fila ferrea globum radentia ſubire in catenam, ac ex ea diffundi verſus admota corpora symperielectrica.

108. Tametſi autem vapor electricus ſublata æquilibritate continuo fluat de uno corpore in aliud, non tamen idcirco exſiſtent electricitatis phænomena: certe cum tam machina, quam catena cum pavimento communicat, & globus circumagitur, adeſt utique fluidi electrici circulatio, & tamen nulla habentur indicia electricitatis. Univerſe igitur aſſerimus: *Omnia electricitatis phænomena pendere a fluxu vaporis electrici, qui habetur, dum ſibi admoventur duo corpora, quorum*

unum respectu alterius eſt aut poſitive, aut negative electricum.

Scholion. Theoria hæc innumerabilibus confirmari poteſt experimentis: nos ſelectione quadam utemur. Itaque

1) Si tam machina, quam catena cum ſolo communicet, neutra exhibebit electricitatis indicia: quantum enim vaporis electrici de machina in catenam effluit, tantundem e catena ad terram, e terra ad machinam adfluit; hinc ambæ habent quantitatem naturæ ſuæ convenientem.

2) Si ambæ ſeparatæ ſint, primum vapor e machina in catenam congeritur: quare admoto digito catena ſcintillam edit, per quam ſublato exceſſu catena reducitur ad ſtatum naturalem, & machina defectum habet; hinc admoto digito vaporem recipit, & ſcintillat. Vapor e digito in machinam effuſus tranſfertur in catenam, quæ proinde iterum redundat, & ſic porro.

3) Si machina cum pavimento communicante catena ſeparetur, machina vaporem de pavimento aſſidue hauriens conſtanter erit in ſtatu ſuo naturali: at in catena fluidum accumulabitur; exhibebit adeo catena electrica phænomena, non item machina.

4) Sin autem catena cum ſolo communicante machina ſeparetur, catena quidem conſtanter erit in ſtatu ſuo naturali, nec ulla edet indicia electricitatis: at machina erit in conſtanti defectu; quare ad-

admotis ſymperieleƈtricis poterit ab iisdem haurire vaporem electricum, atque ita prodere indicia electrica.

5) Partes ejusdem catenæ vel machinæ inter ſe collatæ ſemper ſunt in eodem ſtatu exceſſus, vel defectus: nihil ergo vaporis fluit ex una in alteram, nec ulla habentur electricitatis indicia. Contra vero pars catenæ ſive ſeparatæ, ſive cum pavimento communicantis reſpectu machinæ ſeparatæ; item pars machinæ ſive ſeparatæ, ſive cum ſolo communicantis reſpectu catenæ ſeparatæ ſemper producit phænomena electrica; ſunt enim ambæ, uti eſt perſpicuum, in diverſo ſtatu electricitatis. Quia vero ſtatus hic maxime diverſus eſt, dum catena eſt electrica per exceſſum, machina per defectum, etiam ſigna electricitatis hoc in caſu ſunt omnium vivaciſſima.

6) Reſpectu ſeparati corporis ſymperielectrici neque catena, neque machina dat indicia electricitatis niſi admodum languida; cito enim id genus corpus reducitur ad æquilibritatem cum catena, vel machina. Si vero id corpus tangatur ab altero ſolo inſiſtente, rurſus tollitur ejusdem æquilibritas; reſpectu catenæ quidem tollitur transferendo exceſſum a catena acceptum in corpus illud humi inſiſtens; reſpectu machinæ autem ſupplendo ex eodem defectum a machina inductum: quare denuo electrica ſigna edere incipiet.

7) Si palmo ſiniſtro ad globum adpreſſo

manu dextra admoveatur filum ferreum ad partem aliquam æquatoris globi, quæ a manu volvitur versus catenam ceſſant ſigna electricitatis: tunc enim fluidum electricum antequam ad catenam delatum ſit, ope fili ferrei refluit in hominem, nec quidquam adfunditur ad catenam. At ſi filum admoveatur ad partem æquatoris oppoſitam, quæ ſcilicet a catena versus palmum volvitur, habentur electrica ſigna: quia nimirum ex illa globi parte catena vaporem jam exhauſit; languidior tamen redditur electricitas, quia ope fili ſemper aliquid vaporis tollitur in quavis globi revolutione remanentis.

8) Si filum lineum humidum de catena, vel machina libere pendeat, ac ei alterum ſimile ab homine ſolo inſiſtente præsentetur, fila relicto verticali ſitu ad se accedent: cum enim ea fila ſint inæqualiter electrica, vapor de uno in alterum influet, ac eo influxu ad se accedent. Eadem evenient, ſi pro filis lineis adhibeantur fila aquæ fluentis.

9) Siquis ſeparatus teneat una manu catenam vel machinam, altera præsentet filum filo de catena vel machina pendenti, nullus ſequetur in filis motus, quia ſcilicet ambo erunt in eodem ſtatu exceſſus, vel defectus. At ſi duo homines probe ſeparentur, quorum alter catenam, alter machinam teneat, præsententque ſibi fili linea, ea ad se continuo accedent propter contrariam electricitatem. Sin autem bini illi homines ope veſtium,

aut

aut alterius corporis symperielectrici ſeſe contingant, fila reducentur ad æquilibritatem, nullusque advertetur in iis motus.

10) Separentur a pavimento tres homines, quorum primus palmo globum confricet: poſtquam illo exhauſto catena ſcintillas edere deſinet, tangat ſecundus primum; adfluet ex illo vapor in primum, ac inde ad globum, & catenam, quæ proinde iterum dare ſcintillas incipiet. Si ceſſante iterum catenæ ſcintillatione tertius tangat ſecundum, & ſecundus primum, idem redibit phænomenon.

11) Folium metalli, aut globulus ſuberinus filo lineo ſuſpenſus, atque ab homine ſolo inſiſtente catenæ electricæ oblatus in eandem irruit propter actionis, & reactionis æqualitatem, quæ habetur, dum exceſſus vaporis in globulum ſeſe expandit; idem irruit in machinam, dum vapor e globulo ad eandem adfluit. Si catenæ offerantur furfures, aut tabaca flava, hæc adſurgendo formabunt continuam quamdam catenulam: micæ enim primæ adhærebunt parti catenæ viciniſſimæ, aliæ deinceps primis illis utpote ſibi vicinioribus, quam ſint catenæ partes. Eadem de cauſſa capilli hominis ſolo inſiſtentis adſurgunt verſus digitum alterius hominis ſeparati, & electricitate imbuti.

12) Si prope catenam vel machinam inſiſtat ſolo corpus aliquod ſymperielectricum ac in ſpatio interjecto pendeat idem

idem folium, vel globulus e filo ſerico ſicciſſimo, oſcillabit ille inter catenam vel machinam, & inter corpus illud ſymperjelectricum, multo vero magis inter catenam, & machinam. Globulus enim primo acceſſu ad catenam vel machinam reducitur cum eadem ad æquilibritatem, & hinc cum exceſſu a catena, vel cum defectu a machina ſibi communicato fertur in corpus illud ſymperielectricum, quocum ad æquilibrium reductus denuo irruit in catenam vel machinam. Sin autem corpus illud ſymperielectricum ſeparatum ſit, alterno globuli ad ſe acceſſu tandem reducitur ad æquilibritatem cum catena vel machina, adeoque ceſſat globuli oſcillatio. Quodſi a latere globuli corpus illud tollatur, hærebit ille ſuſpenſus directione a catena vel machina multum divergente, dum pedetentim vel ſuum exceſſum in caſu primo transfundat in vapores aeri innatantes, vel ſuum defectum ex iisdem ſarciat in caſu ſecundo; atque ita denuo ad catenam, vel ad machinam accedat.

13) Phænomenon idem adhibitis campanulis variari multimodis poteſt; adferam modum unum, quo uti ſoleo ad exploranda electricitatis indicia. Suspendatur e filo ſerico campanula una, ac circa eam collocentur in gyrum aliæ quinque fulcris ferreis cum ſolo communicantibus innixæ, ita ut quælibet earum diſtet a media intervallo duorum circiter pollicum, pendeantque e filo ſerico globuli me-

metallici inter quamlibet earundem & mediam. Ope catenulæ imbuatur electricitate campanula media; irruent in eandem globuli metallici, ac exceſſu vaporis onuſti recedent, & campanulas circumpoſitas ferient, in quas transfuſo exceſſu denuo in mediam irruent, perſtabitque luſus iſte campanularum quamdiu catena per exceſſum electrica fuerit.

14.) Folium auri rectangulum ſæpe in aere suspensum hæret inter discum subjectum & catenam, quin alterutrum attingat. Nimirum oppoſiti folii anguli adplicantur atmosphæris disci & catenæ; folium ope atmosphæræ catenæ sorbet vaporem e catena, ope atmosphæræ disci eundem in discum effundit: quare versus utrumque urgetur, ac proinde inter contrarias & æquales vires suspensum hæret.

15.) Fluidum electricum de uno corpore in aliud fluere semper pro ratione differentiæ electricitatum facile oſtenditur. Separetur homo quispiam, & una manu conſtanter teneat catenam, altera baſim coni ferrei. Si coni cuspidem libero aeri præsentet, dabit ea consuetum floccum; ſi catenæ, flocus decurtabitur, & evanescet, ſi palmo hominis pavimento inſiſtentis, increscet floccus, fietque magis unitus; ſi digito hominis separati, ac machinam tangentis, floccus evadet longiſſimus, & vivaciſſimus. Si eidem flocco duo admoveant digitum, quorum unus pavimento inſtiſtat, alter separatus machi-

chinam tangat, totus ſloccus intervallo admodum notabili verſus digitum poſterioris curvabitur.

16) Pendeat e filo ſerico globulus metallicus diſtans a catena intervallo 1 ped. aptetur catenæ acus longa reſpiciens cuſpide globuli centrum: ſloccus ex acu erumpens imbuet globulum ita, ut ex eo ſcintillæ vivaciſſimæ poſſint elici. Si globulo ſic imbuto acus eadem manu prehensa offeratur, in ejus cuſpide viſetur ſtellula, & globulus electricitate ſenſim ſpoliabitur. Si globulus pendeat inter binarum acuum cuſpides, quarum una communicet cum catena, altera cum pavimento, illa dabit floccum, hæc ſtellulam, & globulus in medio nulla exhibebit veſtigia electricitatis.

17) Etſi atmosphæra electrica per totam electrici corporis ſuperficiem diffundatur, ſi tamen ex eo corpore alicubi ſcintilla eliciatur, vapor illuc non adfluit per aerem corpus ambientem, ſed fertur via breviſſima per ipsam corporis ſubſtantiam. Adhibeatur loco catenæ tubus chartaceus auro ita inductus, ut ſint in ſuperficie ſulci quidam aurum interrumpentes, ac e tubi extremo in tenebris ſcintilla eliciatur, emicabunt ſcintillæ e quovis ejusmodi ſulco: quia nempe vapor electricus ad tubi extremum, unde ſcintilla elicitur, non adfluit per atmosphæram, ſed per aurum ipsum, e cujus hiatibus ſcintillæ promicant. Certe ſi vapor ille per atmosphæram corpora am-

ambientem flueret, nullum haberi poſſet corpus ſeparans, ut per ſe patet.

18) Adplicetur catino antliæ ope ceræ terebintho miſtæ campana vitrea, cujus superno orificio annulis coriaceis inſtructo inseratur virga ferrea mobilis externe cum catena communicans. Antequam e campana subducatur aer, erumpet e virga consuetus floccus intervallo 6 dig. a catino: at ſi aer subduci incipiat, floccus ſenſim prolongabitur, divaricatio ejusdem minuetur, ac ad catinum usque pertinget. Unde perspicue patet aerem vapori electrico reſiſtere.

19) Neque tamen ab hac aeris reſiſtentia, & reactione oriuntur electricorum corporum attractiones, & repulſiones; hæc enim etiam in vacuo eodem vigore peraguntur. Adplicetur in superiori experimento cuſpidi virgæ filum lineum, ac supra catinum erigatur filum aurichalceum; facto vacuo, & virga electricitate imbuta oscillabit filum illud lineum inter campanæ parietem & filum aurichalceum.

20) Si ablato utroque filo supra catinum spargantur fruſtula foliorum auri, & catena manu teneatur, donec globus aliquamdiu circumagatur, & campana vitrea interea evacuetur, dimiſſa catena illico de virgæ cuspide erumpet floccus, & fruſtula auri cuspidibus suis ad virgam adsurgent, angulis oppoſitis catino innitentur, hærebuntque in eo ſitu, donec globus circumactus fuerit. Si quis tunc admoveat digitum externo campanæ parie-

rieti, quædam auri fruſtula de catino ferentur versus digitum.

109. Vapor electricus corpori sympe-rielectrico communicatus pedetentim propagatur. Apud Beccariam per filum ferreum intra 1″ confecit 500 pedes: idem ſpatium per chordam cannabinam ſiccam emensus fuit circiter intra 4″, per eandem humore imbutam intra $1\frac{3}{2}$″. At ope lagenæ electricæ, de qua agemus in sequentibus, etiam majora intervalla fere momento temporis percurrit. Pervadit intima ipsa corporum viscera: nam prorsus eadem obſervatur per catenam propagatio, etiamſi ejus ſuperficies alicubi pice inducatur; aut ſi alicubi cogatur fluere per tubum vitreum mercurio plenum. Adfluit ad ignem ipsum: ſi enim e catena electrica ſcintilla trans candelæ flammam eliciatur, elicietur in diſtantia duplo majore, quam ſi nudus digitus admoveretur. Ad hæc ſi duæ perticæ ita ſeparentur, ut altera ad alteram nequeat transmittere vaporem electricum, transmittetur vapor, ſi candelæ ſeparatæ flamma interponatur.

110. Si affluenti vapori electrico offeratur corpus plana, & paulo majore ſuperficie, floccus erumpens in plurima oblatæ ſuperficiei puncta dirigetur, & hoc ipso in fila complura diducetur, aerem objectum valide non displodet, ſcintillas non edet, ſed lenem duntaxat excitabit auram. At ſi offeratur cuspis digiti, vel metalli, fila vaporis in paucio-

ra

ra puncta dirigentur, ac proinde coacervabuntur, ſcintillabunt, longius emicabunt. Cuſpides ergo tenues aptiſſimæ ſunt tam ad effundendum, quam ad hauriendum fluidum electricum: unde & illud intelligi poteſt, cur auri folia partes ſuas acutiores obvertant corpori electrico, a quo attrahuntur.

Reſpondetur adverſariis.

Scholion. Sed jam theoriæ hujus impugnatores audiendi ſunt, priusquam ulteriora perſequamur.

1). Contendunt non floccum modo electricum, ſed etiam ſtellulam eſſe certum indicium vaporis effluentis, ac idcirco duus admittunt fluidi electrici torrentes, alterum ſcilicet e catena electrica verſus corpora ſymperielectrica fluentem, cujus indicium ſit floccus; alterum ex iis corporibus ad catenam adfluentem, cujus ſignum ſit ſtellula. Verum ut taceam innumeras difficultates, quæ in explicandis ſecundum hoc ſyſtema phænomenis ſeſe offerunt, 1), contrariæ formæ flocci & ſtellulæ certe contrarias indicant vaporis electrici directiones. Cuſpidi coni ferrei de catena penduli præſentet palmum quiſpiam pavimento inſiſtens; alter ſeparatus, & catenam tangens ſimiliter præſentet palmum cuſpidi alterius coni cum pavimento communicantis: floccus e priore cono erumpens emicabit verſus palmum ad diſtantiam 3 dig. ſtellula in poſteriore vix ad ſemialteram lineam pertinebit: flocci ſuperficies.

ficies erit nonnihil convexa, filis ejus in palmum irruentibus; ſtellulæ ſuperficies erit aliquantum concava, filis ejusdem de palmo in coni cuspidem ſubeuntibus. 2) Dum in cuspide admota ad catenam ſtellula viſitur, ea ſubito diſparet ſi catena manu attingatur; atqui tunc maxime deberet e cuspide torrens erumpere, cum torrens contrarius alio; in manum ſcilicet attingentis, averſus eſt. 3) Syſtema iſtuc luculentius refellemus infra per lagenas electricas.

2) At ſi facies, inquiunt, ſtellulæ offeratur, ventulus percipitur: vaporis ergo effluentis indicium eſt illa ſtellula. Verum facies perinde ſane percipit auram illam ſive fluidum electricum adfluat ad faciem, ſive de facie effluat, quemadmodum ſentitur ictus ſcintillæ tam ab eo, qui electricitatem alteri communicat, quam ab eo, qui recipit. Certe cuspis, etiam dum ſtellulas exhibet, levia corpuſcula ad ſe allicit, ut adeo ſi directio torrentis electrici ab hisce motibus definienda ſit, pari jure arguas eundem in cuspidem illam influere. At enim torrens ille non agit in corpora ſecundum ſuam directionem, ſed ſecundum denſitatem. Eodem recidit hoc argumentum, inquit Beccaria, quaſi dicas: flamma candelæ attollit in digito puſtulam; ergo flamma effluit e digito: aut calor diducit metalla; ergo ex iisdem promanat.

3) Si machina ſemper ſorbet vaporem

rem electricum a corporibus extraneis adfluentem, catena vero diffundit, deberet utique levia corpuscula semper attrahere machina, catena repellere: cum fieri nequeat, ut vaporis torrens contra suam directionem impellat corpora. Sed probe observandum, ac animo alte infigendum eſt, torrentem electricum non agere impulſione more venti vela impellentis; perinde enim accedunt corpuscula ad corpora poſitive, quam ad negative electrica, nec ullus explicabit unquam attractionis hujus, ac repulſionis phænomena ope impulſionis fluidi electrici, quas demum cunque confingat hypotheses. Id experimentis compertiſſimum eſt, illo ipso nisu, quo torrens electricus de uno corpore in aliud influit, propter actionum, & reactionum æqualitatem duo illa corpora, ſiquidem levia, ac libera ſint, ad sese accedere pro ratione inversa suarum maſſarum, uti fit in omnibus ceteris attractionibus. Quare qui ex hisce corpusculorum motibus duplicem illum torrentem adſtruunt, ante docere debent motiones hasce impulſione vaporis electrici, non vi corporum inſita, peragi, quod quidem arbitror nunquam facturos.

4) Negant electricitates catenæ, & machinæ specie ipsa differre, putantque in solo intenſionis gradu verti discrimen. At has electricitates æquales & contrarias eſſe facile evincitur. Nam æque vivaces sunt scintillæ, flocci, ven-

tu-

tulus, motus levium corpusculorum tam in catena, quam in machina: æque ab utraque, tametſi contrario ſenſu, oneratur lagena electrica, de qua paulo poſt: ergo pari vigore dat catena, & recipit machina fluidum electricum. Si diſcrimen omne in ſolo intenſitatem gradu verteretur, huic utique differentiæ reſponderent ſigna electrica; quæ proinde tunc forent vivaciſſima, cum careret machina omni electricitate: & tamen eadem tunc plane ſunt vehementiſſima, cum tam in catena, quam in machina electricitas eſt maxima. Si quis ſeparatus ope fili linei cum catena communicet, ac digitum eidem catenæ admoveat, recipit ex ea ſcintillas quasdam languidas hoc ipso, quod electricitas in illo languidior ſit, quam in catena, quæ ipſæ ſcintillæ paulo poſt evaneſcunt: ſi ergo machinæ electricitas ſimiliter ſolo gradu differret a catenæ electricitate, ſcintillæ quoque inter catenæ & machinæ partes ſibi admotas ſenſim minuerentur, ac demum evaneſcerent; atqui eæ conſtanter æquales, & vivaciſſimæ ſunt.

5) In noſtra hac theoria machina ſeparata fluidum electricum catenæ subminiſtrans eſt negative electrica: quonam ergo pacto fit, ut circa eam ipsam adſit atmosphæra illa electrica, ſentiatur aura, ſcintilla, motus corpusculorum, ceteraque phænomena electricitatis? Nempe ſicut in aere catenam ambiente accumulatur vapor electricus e catena, ita ex

aere,

aere, ac humoribus machinam cingentibus influit in machinam: ſicut illic aer vapori illi reſiſtit, & tamen eodem onerari cogitur; ita hic reſiſtit aer vaporis sui dimiſſioni, parte tamen ejusdem a machina ſpoliatur: ſicut illic vapor de catena effluens, ita hic idem in machinam influens exhibet indicia electricitatis. Porro aura illa electrica, ut ante diximus, non modo ſentitur, dum vapor ad corpus noſtrum adfluit, ſed etiam dum ex eodem effluit, nec quidquam eſt aliud illa ſenſio, quam perceptio mutationis fluidi electrici in extremis partibus noſtri corporis.

Mira vitri indoles.

111. Ut jam ad violentiora quædam electricitatis phænomena veniamus, paulo diligentius evolvenda eſt natura corporum idioelectricorum, vitri cumprimis, comparate ad fluidum electricum. 1) Vitrum catenæ electricæ admotum nulla oſtendit electricitatis indicia; vaporem electricum nec dat, nec recipit; imo floccus electricus in illud directus quodam modo refugit, neque vi ulla per vitrum traduci poteſt, id quod in vacuo multo adparet luculentius. 2) Electricus vapor in iis tantum vitri partibus accumulatur, quæ actu confricantur; ad alias vicinas non diffluit. Si electricitas per totam vitri ſuperficiem frictione excitetur, ac in parte aliqua ſuperficiei tollatur vel inhalando humorem, vel corpus aliquod ſymperielectricum adplicando, remanebit

ele-

electricitas in reliqua ſuperficie. 3) Nequit fluidum electricum in una vitri ſuperficie accumulari, niſi eodem tempore tantundem tollatur ex altera; nec tolli ab una, quin tantundem accedat in altera. Tabula vitrea tenuis quadrata unius circiter pedis inducatur utrinque foliis ſtanni, ita ut margines circumquaque intervallo duorum aut trium digitorum hoc indumento careant utraque ex parte: imponatur deinde ſitu horizontali quatuor columellis idioelectricis, dependeatque de catena electrica globulus ferreus, tabulæ ſubjectæ medio imminens in diſtantia trium circiter lin. Tabula hæc *quadratum* Franklini adpellatur. Dum catena fluido electrico imbuitur, e globulo verſus quadrati ſuperficiem nonniſi languida quædam ſcintilla emicat capax imbuendi duntaxat indumentum illud ſtanneum, non item vitrum: at ſi digitus ad infernam quadrati ſuperficiem admoveatur, illico vivax utrinque flamma erumpit, quæ amoto digito ceſſat, denuo admoto renaſcitur: nequit ergo vapor electricus ſuperne in quadrato accumulari, niſi inferne ope digiti tantundem abducatur. Dum autem hæc fiunt, catenæ electricitas minime elangueſcit, unde rurſus patet fluidum electricum ad quadrati ſuperficiem e catena adfluens non tranſire per vitrum, ac inde in digitum.

Un-

Undenam reperenda?

Scholion. Vndenam potiſſimum exſiſtat mira hæc in vitro indoles divinare vix licet: fortaſſe particulæ vitri ſic comparatæ sunt, ut in diſtantiis perexiguis vehementer attrahant vaporem electricum, ipsæ autem vaporis particulæ sese repellant in diſtantiis paulo minoribus, quam ſit intervallum actionis vitri. Si ergo ad quadrati ſtanno inducti ſuperficiem advehatur ope catenæ fluidum electricum, illud attractione ſtanni, & ipſius vitri intra ejus poros, ac in ſuperficie plurimum addensabitur, & hac ipsa accumulatione augebitur particularum vaporis repulſiva vis, quæ proinde (niſi craſſitudo vitri major fuerit, quam intervallum, ad quod ea repulſio pertinet.) repellet vaporem in altera vitri ſuperficie poſitum. Quia vero huic repulſioni obſtat tam aeris reſiſtentia, quam vitri & ſtanni attractio, neceſſe eſt, ut ei ſuperficiei adplicetur digitus, aut corpus aliud symperielectricum, cujus attractione adjuvetur effluxus vaporis ex ea ſuperficie. At hæc suspicio duntaxat eſto.

Lagena electrica.

112. Facile jam ex his explicabuntur phænomena *lagenæ electricæ*, & *ictus*, ut vocant, *fulminei*. Sumitur nimirum lagena vitrea tenui pariete, absque ullis rimis, & anguſto collo, ac fere ad col-

lum usque repletur aqua, mercurio, ſcobe ferri, aut pulvere cujusvis alterius metalli: os lagenæ ſubere obturatur, per quod trajicitur virga ferrea uno extremo in aquam vel ſcobem demerſa, altero foras eminente, ac in uncum deſinente, ut ſcilicet de catena electrica ſuſpendi poſſit. Hodie adhibemus quadratum Franklinii, vel cylindrum vitreum intus ac foris ſtanno armatum, relicto circa labrum ſpatio inermi trium circiter pollicum, ne ſcilicet armatura externa cum interna communicet. Cylindro ſic armato infundimus mercurium, vel puriſſimam ferri limaturam regulo antimonii permiſtam ad eam usque altitudinem, ad quam armaturæ pertinent, tum pice, aliove reſinoſo corpore limaturam tegimus, uncumque, ut ſupra, immittimus: vitra ſic parata *armata* eſſe dicuntur.

Ejus effectus.

113. Si quis fundum armati vitri manu ſuſtentet, & uncum eminentem catenæ electricæ admoveat, ac poſt paulum digito alterius manus uncum, vel catenam tangat, erumpet in loco attactus ſcintilla violentiſſima, & corpus per brachia & pectus ictum quemdam fulmineum, ſeu vehementem ſuccuſſionem perſentiſcet. Quodſi armatura exterior cum interiore communicet, nullus ſequetur effectus: hinc in locis humidis, ubi ope humorum aeri innatantium habetur ali-

qua

qua armaturarum communicatio, languidior eſt ictus ille fulmineus. Si vitra fragilia, aut sulcis exasperata ſint, sæpe inſtituto hoc experimento in fruſta diſſiliunt, ut mihi diebus hisce accidit.

Scholion. Pro vitro armato Æpinus adhibuit duas tabulas ligneas metallo inductas, ac uno pollice a se diſtantes, ubi aer tabulis interjectus vicem obibat vitri: pro aere ſubſtitui poſſe inter eas tabulas sulfur, ceram, laccam, picem, aliaque reſinosa corpora autor eſt wilcke. Idem præſtitit Beccaria cum tenui lamina marmorea lævigata, utrinque armata, ac probe calefacta; imo etiam cum tenui talci folio rugis carente. In omnibus autem hisce experimentis tanto vehementior eſt ictus, quanto denſius eſt fluidum electricum, & calle fertur anguſtiore. Hinc lædit nervulos animalium, liquat metallorum folia intra duas vitri lamellas arcte compreſſa, pertundit fascem foliorum chartæ, dilatat, ac decurtat musculos; quare prodeſſe ægrotis poteſt, ſi vel nervorum liquor concitandus, vel humor ſtagnans propellendus, vel fibræ incitandæ, vel denique sanies inter vascula limphatica commovenda, ac dispellenda ſit.

114. Lagena *onerari* dicitur, dum ejusdem uncus catenæ electricæ adjungitur, ut apta reddatur efficiendæ succuſſioni: *exonerari*, cum elicitur ex unco scintilla, & fit succuſſio, id quod requirit, ut eodem tempore utraque armatura subito

communicet cum uno, pluribusve corporibus ſymperielectricis: vulgo adhibemus plures homines ſeſe mutuo contingentes, quorum primus tangit armaturam lagenæ exteriorem, ultimus ejusdem uncum, atque ita ſuccutiuntur omnes, neque intereſt, utrum homines ſeparati ſint, utrum pavimento inſiſtant. Porro ſuccuſſione peracta nulla remanent in corporibus electricitatis veſtigia, tametſi homines omnes ſeparati fuerint. Succusſio autem in omnibus fit linea breviſſima, quæ per loca contactuum ab una lagenæ armatura ad aliam duci poteſt, id quod experiri licebit in ſerie hominum diſſimillimis corporum membris ſeſe contingentium. Linea hæc vulgo *circulus ſuccuſſionis* adpellatur.

Scholion. Poteſt lagena, vel quadratum Franklini exonerari absque ulla ſuccusſione, ſi virga metallica in arcum flexa, quem *arcum conductorem* vocant, manu teneatur, ac uno ejus extremo attingatur armatura una, dum interea altera oneratur, tum extremum alterum ſubito admoveatur armaturæ oneratæ; tunc enim fluidum electricum per arcum illum, via nimirum breviſſima, exonerabitur. In lagenarum oneratione armatura interior idcirco ſolum adhibetur, ut ejus ope vapor electricus per internam ſuperficiem magis diffundi, & accumulari, ac dum exoneratio fit, momento temporis abduci poſſit: hinc ſi aer de lagena ſubducatur, ea etiam absque ulla interiore armatura onerari

po-

poterit; ipſum enim vacuum, in quo electricum fluidum facile diffunditur per internam vitri ſuperficiem, vices armaturæ obibit. Armatura vero exterior hunc uſum habet, ut ejusdem ope fluidum electricum diſpergi poſſit, & facta exoneratione momento reddi, ut patebit clarius e ſequentibus.

Oneratio.

115. Lagenæ oneratio in eo ſita eſt, ut vapor electricus in interna ejusdem ſuperficie ope catenæ accumuletur, ac tantundem tollatur ab externa ope adhibiti corporis ſymperielectrici. Aptetur enim lagenæ ſtylus, qui unci loco globulum metallicum habeat; alter item ſtylus metallicus in cuſpidem deſinens aptetur baſi ſua externæ ejusdem armaturæ. Præſentetur eodem tempore globulus ille cuſpidi ferreæ de catena electrica pendenti, & palmus alterius manus cuſpidi ſtyli exteriori lagenæ armaturæ adnexi: emicabit in tenebris floccus lucidiſſimus e cuſpide catenæ in globulum, & alter item floccus e ſtylo armaturæ externæ in palmum: & ſiquis tunc una manu tangat armaturam externam, altera globulum, valide ſuccutietur. Aptetur item lagenæ loco globuli ſtylus ferreus acutus, præſenteturque globulo e catena electrica pendenti, ac eodem tempore alter ſtylus acutus admoveatur armaturæ externæ: in ſtyli utriusque cuſpide ſtellula habebitur, dum lagena

 one-

oneratur: ergo utroque in caſu armatura interna haurit vaporem de catena, & externa tantundem diſpergit; & quia durante oneratione, catenæ electricitas nil minuitur, palam eſt vaporem intra lagenam collectum trans ejusdem parietes non diſpergi: ergo in aperto eſt lagenæ onerationem eatenus fieri, quatenus fluidum electricum in ſuperficie interna accumulatur, & ab externa tantundem tollitur. Hinc ſi e lagenæ ſeparatæ externa ſuperficie vapor diffluere nequeat, lagena nunquam onerabitur.

Scholion. Poteſt etiam externa lagenæ ſuperficies onerari his modis. 1) Teneatur intra digitos lagenæ uncus, & armatura externa ope fili ferrei connectatur cum catena. 2) Suſtentetur manu lagenæ fundus, ac uncus ejusdem ope fili ferrei connectatur cum machina. 3) Separentur lagena, catena, & machina, ac externa ejusdem armatura communicet cum catena, interna cum machina, eritque in hoc poſtremo caſu oneratio validiſſima. Si onerentur ſimul duæ lagenæ, unius ſcilicet uncum præſentando catenæ, alterius armaturam externam machinæ, vel vice verſa, tum ſeparentur ambæ, & collocentur in diſtantia circiter 8 pollicum ab invicem, inque interjecto ſpatio pendeat e filo ſerico globulus ſuberinus, is inter duas illas lagenas ut valide oneratas vix commovebitur, cum ſcilicet utriusque armatura externa ejusdem ſpeciei electricitate polleat.

leat. At ſi lagenæ ſic onerentur, ut unius uncus catenæ, vel armatura externa machinæ adnectatur, alterius armatura externa catenæ, vel uncus machinæ, hoc eſt, ſi prioris interna, poſterioris externa ſuperficies oneretur, globulus propter contrarias electricitates inter earum uncos, vel armaturas externas tamdiu oscillabit, dum lagenæ ſenſim exonerentur.

Exoneratio.

116. Lagenæ exoneratio eatenus fit, quatenus vapor electricus ex onerata ſuperficie momento temporis transfertur ad alteram ſuperficiem negative electricam. Si enim lagena onerata disco piceo imponatur, & cuſpis una arcus conductoris ejusdem unco, altera eodem tempore externæ armaturæ admoveatur, fiet exoneratio ita, ut in priore cuſpide ſtellula adpareat, e poſteriore floccus erumpat: ergo illa recipit vaporem ab interna, & onerata lagenæ ſuperficie, hæc adfundit ad externam. Eodem pacto evincitur aſſertio, ſi externa lagenæ ſuperficies ſit onerata, & fluidum electricum ope arcus conductoris ad internam ſubito traducatur.

Scholion. 1. Si lagena intus aqua armata oneretur, tum in disco piceo reponatur, ac ſemoto uncino ope ſiphunculi vitrei aqua educatur, & in aliam lagenam ſimiliter ſeparatam transfundatur, lagena hæc nullum dabit ictum, prior vero illa

dabit, ſi nova aqua impleatur, & uncus reponatur: hinc patet onerationem etiam ablata aqua remanere circa internam lagenæ ſuperficiem. Sin autem, cum aqua rtansfunditur, lagena utraque manu ſuſtentetur, oneratio in lagenas ambas dividetur, cum prioris externa ſuperficies vaporem e manu accipere, ſuperficies poſterioris in manum transfundere poſſit.

Diluuntur objectiones.

Scholion. 2. Ex his pro argumenti amplitudine breviter pertractatis etiam phænomena reliqua facile ſuo quisque marte explicabit. Reliquum eſt, ut objecta pro more diluamus.

1) Nolletus theoriæ noſtræ acer imprimis adverſarius contendit armaturarum electricitates non eſſe contrarias, sed gradu duntaxat differentes, pugnatque argumento tali. Teneat, inquit, homo ſeparatus lagenam interne oneratam, & alter pavimento inſiſtens tangat ejusdem uncum; homo ille ſeparatus ab armatura lagenæ externa imbuetur non negativa, sed poſitiva electricitate: erumpet enim, ait, ex ejus digito vapor, ſi eundem globo in gyrum acto admoveat. Verum lucula illa in apice digiti non floccus, sed ſtellula eſt; ſi enim idem ſeparatus homo poſitiva jam electricitate a globo imbutus extendat digitum verſus palmum hominis pavimento inſiſtentis, videbitur floccus a priore illa lucula longe diverſus,

ſus, idque multo evidentius, ſi loco digiti cuſpidem metallicam præſentet primum globo, deinde palmo hominis ſolo inſiſtentis. Contraria armaturarum electricitas invictis oſtenditur argumentis. 1) Si unco lagenæ intus oneratæ præſentetur folium auri de filo ſerico pendens, accurret initio ad uncum, tum recedet, pendebitque ſitu ab unco divergente; ſi tunc celeriter prolongetur filum, ita ut folium deſcendat prope armaturam externam, ad eam ſubito accedet, tum recedet, id quod manifeſte docet contrarias armaturarum electricitates. Neque recurri poteſt ad debiliorem armaturæ externæ electricitatem: ſi enim folium alternatim præſentetur armaturis ita, ut cum uni præſentatur, altera tangatur digito, vivacior erit folii attractio, & repulſio, unde evidenter ſequitur diverſa in armaturis electricitas. 2) Si lagena ſeparata ſit, & folium pendeat inter duo corpora ſymperielectrica, quorum unum cum una, alterum cum altera armatura communicet, oſcillabit inter ea folium usque ad plenam electricitatis exſtinctionem. Si pendeat inter unam armaturam, & inter corpus aliquod ſymperielectricum, ſitque armatura altera perfecte ſeparata, nonniſi paucas faciet oſcillationes; faciet autem, ut ſupra, ſi contingatur altera armatura. Si pendeat inter duarum lagenarum armaturas ſimiliter electricas, non oſcillabit ſive tangantur oppoſitæ armaturæ, ſive non; at

ſi pendeat inter armaturas contrario modo electricas, & reliquæ armaturæ tangantur, oscillabit, ut ante. Jam ſi diſcrimen electricitatum in ſolo intenſionis gradu eſſet poſitum; folium eo tantum usque oſcillaret, dum armaturæ ad æquilibritatem venirent; oſcillat autem usque ad plenam electricitatum exſtinctionem: ergo una electricitas alteram penitus deſtruit, hoc eſt, ambæ æquales, & contrariæ ſunt. Ex his iisdem patet, in una vitri ſuperficie non poſſe accumulari, vel tolli vaporem electricum, ſi altera eodem tempore nequeat tantundem diſperdere, vel recipere. 3) Separentur ſeorſim duo homines, ac unus tangat lagenæ oneratæ, & ſeparatæ uncum, alter armaturam externam; reddentur ambo, ſed ſenſu contrario electrici, ac ſi digitos ſibi offerant, erumpet inter eos ſcintilla, ceſſabitque omnis electricitas.

2) Idem opinatur, fulmineum illum ictum fieri concurſu duorum torrentium oppoſitorum: cum enim faſcis foliorum chartæ fulmine electrico pertunditur, margo foramelli, ſeu filamenta hoc ictu rupta in plagas oppoſitas inflectuntur. At enim torrens electricus unica directione in folia illa irruens agit, uti jam monuimus; ſecundum denſitatem ſuam quaquaverſus, quemadmodum ignis ex uno loco adfluens metalla in partes omnes diducit. Rem tali experimento oſtendit Beccaria. Per utrumque tubuli vitrei aqua repleti extremum immiſit fi-

la

la aurichalcea, quorum cuſpides intra ipſam aquam parum diſtabant; clauſit deinde utrinque tubulum, & lagenam per fila illa ſic exoneravit, ut fluidum electricum flueret per fila, & per aquam eorum cuſpidibuss interjectam, semperque expertus eſt inter eas cuſpides flammam luculentam emicare, frangi tubulum in locis æque remotis a cuſpidibus, ac fragmenta plerumque inter se ſimilia in partes contrarias projici. Si hæc peraguntur ope duplicis torrentis, quæremus e Nolleto, utrum torrentes hi e corporibus, a quibus proficiscuntur, reapse effluant; utrum preſſionem tantum, & niſum exerceant? Si non effluunt, cur lagena etiam poſt ictum non manet onerata? Si effluunt, vel iterum refluunt, & redibit superior quæſtio; ſi in arcu conductore accumulantur, cur arcus hic etiam separatus facta ejusdem ope exoneratione nulla plane electricitatis exhibet veſtigia?

3) Si ictus ille fulmineus oritur ab exceſſu fluidi electrici per animalium corpora rapide transfluente, cur non idem ſentitur ictus, dum ſeparatus quispiam una manu tangit machinam, alteram catenæ admovet? nonne hic etiam vaporis circa catenam accumulati exceſsus per ejusdem corpus adfluit ad machinam? Scilicet in cauſſa eſt exceſſus vaporis multo in hoc caſu minor, quam ubi lagena exoneratur; quod quidem facile oſtenditur. Siquis probe ſeparatus

lagenam catenæ admoveat, eandem vix quidquam onerabit, cum perexigua fluidi electrici quantitas poſſit ab armatura externa diffluere in corpus hominis ſeparati, adeoque etiam perexigua in armatura interna accumulari: at ſiquis pavimento inſiſtens eundem attingat, poterit in pavimentum multum vaporis effluere, ac proinde lagena onerari. Siquis item ſeparatus manu aſſidue confricet tubum vitreum, eumque unco lagenæ non ſeparatæ per vices præſentet, nunquam illam hoc pacto ſatis onerabit, quod ſcilicet nequeat humanum corpus lagenæ ſatis vaporis electrici ſuppeditare: at ſi lagena quoque ſeparata ſit, & homo ſeparatus tubum confricans, ope fili ferrei communicet cum externa ejusdem armatura, fortiter onerabit lagenam; cum in hoc caſu vapor ab armatura externa ope fili ferrei abductus ſufficiat internæ onerandæ. Ex his luculente patet plus fluidi electrici eſſe, & accumulari poſſe in tenuiſſima vitri lamina, quam in toto humano corpore, ac proinde etiam quam in catena electrica. Negat Nolletus in caſu poſtremo vaporem de una armatura ad aliam ope fili ferrei traduci, cenſetque lagenam tunc onerari a vapore in atmoſphæra diſperſo, ac ope fili ad armaturam internam derivato. Sed errare clariſſimum virum evidenter patebit, ſi filum ſeparato illi homini adnexum ab externa lagenæ armatura ſejungatur, ita ut in aere libere

pen-

pendeat, neque ullum aliud corpus attingat: ſic enim lagena nequaquam onerabitur.

4) Idem tale opponit experimentum. Suſtentetur manu lagena onerata, ac folium auri de filo serico pendens ab ejusdem uncino primum attractum, deinceps repulſum demittatur ad armaturam externam, attrahetur ab eadem, nec deinde repelletur: ſi vero lagena externe armata non fuerit, folium idem ab unco repulsum ab externa superficie in locis a manu paulo magis diſſitis non attrahetur, sed repelletur. Quod ad primum attinet, folium ad sensum repelli non debet ab armatura, neque enim recipit ab eadem notabilem electricitatis defectum, cum armaturæ effectus omnis fere exseratur in manum: Quod vero ad alterum attinet, vapor intrinsecus in lagena accumulatus tantundem repellit ab externa superficie, quæ ſi armata fuerit, satis erit eidem in uno loco admovere manum, ut vapor per armaturam libere diffluens e tota superficie externa in manum dispergatur: at ſi ea nuda fuerit, illa solum pars spoliabitur vapore suo, quæ tangitur: pars reliqua tantum duntaxat perdet, quantum aer ambiens recipere poteſt, cum universe per nudam, & politam vitri superficiem non diffluat electricum fluidum: in locis ergo a manu remotis habebitur atmosphæra electrica poſitiva, a qua folium pariter poſitive electricum non attrahetur, sed potius repelletur. 5)

5) Urget poſſe lagenam nonnihil onerari, etiamſi armatura externa cum interna communicet. Ita ſane, ſi ea communio fiat ope catenulæ uſu tritæ, ac plurimos habentis annulos: nam per id genus catenulam torrens vaporis electrici retardatur ita, ut nequeat ab armatura interna tantum effluere ad externam, quantum adfluit e catena; ac proinde vapor intus nonnihil accumulatur. Verum ſi pro catenula adhibeatur filum ferreum bene unitum, cum utraque armatura communicans, nulla unquam obtinebitur oneratio.

6) Ait exonerationem lagenæ fieri interdum poſſe ſine ulla armaturarum communicatione, ac in eam rem ſequens proponit experimentum. Lagenæ aere exhauſtæ, ac hermetice clauſæ collum armatum ſit lamina ferrea, reliqua ſuperficies inermis: colli armatura nectatur catenæ electricæ, ac lagena manu ſuſtentata oneretur. Si jam is, qui lagenam ſuſtentat, attingat catenam digito, lagena exonerata ictum pariet fulmineum. Nempe armatura colli a catena redditur poſitive electrica, & hinc ab interna ſuperficie tantundem vaporis effluit, ac per vacuum diffunditur verſus fundum, ubi accumulabitur hoc ipſo, quod externa fundi ſuperficies vaporem ſuum diſpergere poſſit in manum. Si ergo homo lagenam ſuſtinens admoveat catenæ digitum, exceſſus armaturæ colli præcipitatur per digitum ver-

ſus

ſus externam, ac negative electricam fundi ſuperficiem, & hinc exceſſus ab interna fundi ſuperficie refluit ad collum: quare ſuccuſſio eatenus fit, quatenus vapor a redundante colli armatura repente traducitur ad deficientem fundi ſuperficiem externam, idque vel inde perſpicuum eſt, quod in arcus conductoris extremo armaturæ colli admoto appareat ſtellula, in altero ad fundum obverſo habeatur floccus. Siquis intra exhauſtam ejuſmodi lagenam poſſet capere experimentum, ſimilem ictum reciperet a vapore de fundo ad collum refluente, cujus refluxum oſtendunt radii in vacuo illo exoneratione durante fulgurantes.

7) Multa deinde accumulat argumenta, quibus evincat fluidi electrici tranſitum per lagenæ parietes. Dum lagena ſuperior in tenebris oneratur, fila quædam lucida videntur emicare de interna ejuſdem ſuperficie. Sed lux iſta profecto non provenit a vapore de colli armatura per lagenæ parietes trajecto; nam hæc ipſa lux vividior eſt, ſi interea fundus lagenæ digito attingatur, nec tamen idcirco catenæ electricitas debilitatur: oritur ergo a fluido electrico de interna ſuperficie emicante interea, dum foris circa collum accumulatur. Eodem pacto tubulus tenuis aere exhauſtus, quamprimum admovetur catenæ electricæ, illico intus undique lucet, non a vapore in tubulum clauſum per parietes ſubeunte, ſed a vapore, qui interea de interna ſuper-

perficie per vacuum emicat, dum foris accumulatur. Perdurat autem lux aliquamdiu etiam semoto a catena tubulo, maxime in iis locis, in quibus digitus foris admovetur: quia fluido externo senſim disparente internum ad priora loca refluit, cumprimis autem versus digitum, per quem adjuvatur fluidi externi diſſipatio. Eadem eſt cauſſa motionum pluſculæ in exhauſto recipiente, cujus externo parieti admovetur catena electrica.

8) Sumatur campana vitrea altitudine circiter 1 ped. collo superne anguſtiore, ac aperto, per quod trajiciatur lagenæ collum, ac maſtice adnectatur eidem ita, ut lagena ipsa intra campanam recondita ſit, collum extra eandem emineat. Subducatur aer e campana, & aqua lagenæ infundatur, ac ope fili ferrei electricitas in aquam inducatur: ſpectabuntur quidem in utraque lagenæ superficie fulgurantes radii, at non pervadentes lagenæ parietem, uti opinatur Nolletus, sed interne ex aqua ad vitrum adfluentes, externe in vacuum effluentes; alias onerari lagena non poſſet, & in catena languor electricitatis notaretur. Si tunc globus circumactus ſiſtatur, vel virga in aquam immiſſa aliquamdiu tangatur, lagena intrinsecus tota evadet lucida, & foris cooperta erit radiis convergentibus; atqui digitus virgam fluido electrico oneratam contingens sane non determinat vaporem in aqua accumulatum, ut per lagenæ parietes effluat: ergo

go externi illi radii ſunt fila vaporis e vacuo ad externam lagenæ ſuperficiem refluentis, dum interior ſuum exceſſum per digitum diſpergit. In hunc fere modum explicari poſſunt experimenta omnia, quibus evincere nititur Nolletus fluidi electrici per vitra trajectionem.

CAPUT XX.

De phænomenis Electricitatis in atmoſphæra terreſtri.

Ineſt electricitas in atmoſphæra.

117. Si pertica ferrea in cuſpidem deſinens, ac ultra faſtigium ædium pedibus circiter 12 eminens, ſeparetur, ea perſæpe, cumprimis autem furente tempeſtate, omnia electricitatis indicia exhibebit, poteruntque ejusdem ope omnia illa experimenta inſtitui, quæ ope catenæ electricæ. Si perticæ catena adnectatur, e qua cuſpis quædam ferrea dependeat, erumpet ex ea non raro floccus ſatis vividus; interdum floccus nullus adparet, & tamen admoto ad catenam digito luculenta flamma emicat: unde in aperto eſt perticam illam modo poſitive, modo negative electricam eſſe. Sane cuſpis illa jam floccum, jam ſtellulam exhibet; & quum præſefert floccum, in alia ſimili cuſpide ad perticam admota comparet ſtellula: quum item cuſpis de catena pendens ſtellulam viſendam præbet, cacumen perticæ floccum oſtentat, & viciſſim. Co-

Coroll. 1. Quoniam pertica illa modo eſt poſitive, modo negative electrica, vaporem electricum nunc effundit in atmoſphæram, nunc ex eadem ſorbet: ineſt adeo in atmoſphæra terreſtri duplex illud genus electricitatis, de quo in ſuperiori capite diſſeruimus.

Coroll. 2. Cumque vapores aquei in atmoſphæra nubem conſtituentes ſint ſymperielectrici, palam eſt nubes quoque ipſas eſſe jam per exceſſum, jam per defectum electricas. Idem oſtendunt motus earundem comparativi etiam tranquillo aere: item creberrimus acceſſus ad montes, circa quos & frequentes, & vehementes ſolent eſſe tempeſtates. Huc adde cetera nubium tempeſtiferarum phænomena, quæ cum effectibus fluidi electrici omnimodam habere conſenſionem deinceps elucebit.

Ejusdem vis.

118. Cum vaporis electrici vis reſpondeat corporum ipſorum dimenſionibus, atque electricitatum differentiis; hæc autem pro vaſtiſſima nubium mole, & incredibili varietate, multo majora ſint in atmoſphæra, neceſſe eſt vires electricitatis atmoſphæricæ eſſe vehementiſſimas. Quantitatem ipſam electrici fluidi eſſe intra atmoſphæram ingentem, vel illud argumento eſt, quod ſæviente tempeſtate ex omnibus fere terreſtribus corporibus ſymperielectricis, arboribus, turribus,

ribus, ædificiis &c. flammæ in auras emicent.

Coroll. Quare fluidum electricum, quo nubes ſaturatæ ſunt, format circa nubes atmoſphæram electricam longiſſime pertinentem, quæ perticam illam ferream etiam in magna diſtantia imbuere poſſit.

119. Nequit autem nubes tempeſtifera una ſui parte tantam vim fluidi electrici profundere, niſi alibi tantundem recipiat. Universe enim corpus poſitive electricum ſemper minus vaporis electrici effundit, niſi ea effuſio aliunde ſarciatur; nubes autem electrica ſæpe longiſſimo tempore torrentem illum eructat, imo ſæpe deinceps majore copia, quam initio: haurire ergo aliqua ſui parte conſtanter debet. Neque ſemper ſufficit ſola nubium inæqualiter electricarum conjunctio; videmus enim etiam ſatis jam permiſtis, & ad æquilibritatem redactis nubibus ſigna inæqualis electricitatis diu continuari.

Coroll. Neceſſe ergo eſt, ut fluidum electricum vel cum vaporibus ipſis, exhalationibusque terreſtribus in auras identidem effluat; vel de montibus in nubes incumbentes tranſeat. Hæc eadem intelligi debent etiam de negativa electricitate, quam in nubibus interdum haberi perſpicuum eſt.

Excitatio.

Scholion. Poteſt vero electricitas in tellure iis plane modis excitari, quibus excitari

citari eandem capite præcedente oſtendimus. Nimirum 1) tritu, & colliſionibus corporum intra terræ viscera; aut etiam frictione aeris aquarum superficiem continenter perflantis. 2) Fermentationibus, ac diſſolutionibus, quas natura efficit, ſicuti videmus diversas permiſtiones sulfuris, gummi, ceræ. colofonii sola liquatione electricas reddi. 3) Caloris, & frigoris viciſſitudinibus, cujus quidem rei exemplum pulcherrimum suggerit ros nocturnus, qui metallis vix adhærescit, vitra vero, & porcellanam plurimum humectat. Nimirum fluidum electricum per omnia corpora fusum pro vario caloris, & frigoris gradu varie mutatur in corporibus aeri libero expoſitis; cumque idem in metallis ſit mobiliſſimum, ſi frigus nocturnum ejus quantitatem mutet in guttulis aqueis, mutabit sane etiam in metallis: roris ergo guttulæ versus metalla eodem electricitatis gradu prædita non ferentur: at idem fluidum in vitris, & procellana, corporibus nempe idioelectricis, difficulter mutatur; quare roris guttulæ iis tanquam heteroelectricis adhærescunt. Eadem de cauſſa in calidis conclavibus vapores nocte perfrigida adhærent vitreis feneſtrarum tabulis, non item plumbo, imo ne marginibus quidem vitrorum plumbo vicinis: universe nocturnus humor semper magis imbuit capillos, lanam, pannum, quæ sunt idioelectrica, quam vultum, manum, & cetera symperielectrica. Huc ad-

adde, tempore æſtivo vapores adhæreſcere parieti externo poculi vitrei aqua vel vino frigido pleni; non item parietibus poculi metallici. Hæc, & innumera alia oſtendunt terreſtrium corporum electricitatem perpetuo variari propter aſſiduas caloris, & frigoris viciſſitudines, quæ quidem longe majores ſunt, in ipſis telluris viſceribus ob ingentes fermentationes, & incendia.

Quid Fulgur?

120. Dum e variis telluris locis diverſo electricitatis gradu præditis vapores aquei ſublevantur, ac in nubem coguntur, neceſſe eſt in atmoſphæra progigni nubes modo per exceſſum, modo per defectum electricas. Ipſæ etiam nubes gradum electricitatis naturalem obtinentes poſſunt jam poſitive, jam negative electricæ reddi, prout incumbunt locis telluris, in quibus redundat, vel deficit electricum fluidum. Quum ergo nubes diverſo electricitatis gradu gaudentes ad ſeſe, vel ad montes accedunt, *fulgur* ejaculantur: at poſteaquam unitæ, & jam æquabiliter permiſtæ ſunt, fulgurare plerumque deſinunt, niſi adpropinquent corpori cuipiam terreſtri diverſum electricitatis gradum habenti; vel aliqua ex parte accedat nubes quæpiam inæqualiter electrica.

Coroll. 1. Via fulguris non raro tortuoſa, atque angulosa ſecundum hanc theoriam facile explicatur. Imponantur dis-

disco cereo globuli ferrei ita, ut lineæ centra eorundem jungentes varios conſtituant angulos, diſtent autem globuli ab invicem eo intervallo, quod a ſcintilla electrica facile ſuperari poſſit. Suſtentetur manu diſcus, & primus globulorum præsentetur catenæ electricæ, deinde poſtremus attingatur digito: ſcintillæ de globulis ſimul emicantes satis accurate referent tortuosum id genus fulgur, quod de nube una in aliam eodem fere pacto tranſcurrit.

Quid Coruſcatio?

Coroll. 2. Si torrens electricus valde rarus ſit, uti eſſe ſolet in nubibus elatioribus, habebitur *coruſcatio*, ſeu fulgor quidam repentinus intra nubes absque ullo murmure, propter magnam ſcilicet aeris raritatem, & vim fluidi electrici languidiorem.

Quid Tonitru?

121. Quum fulgur electricum inter duas nubes, aut inter nubem & corpus aliquod terreſtre erumpit, ſemper via breviſſima fertur de uno termino ad alterum, ſicut ante vidimus: ſi ergo ſatis addenſatum fuerit, guttulas aquæ tenuiſſimas momento temporis in vaporem vertit, atque ita obſtantem aerem vi, & pernicitate incredibili diſplodit, unde exſiſtunt *tonitrua*, quæ a montibus, vallibusque reddita majorem in modum increſcunt. Hinc eſt, quod unumquodque

ful-

fulgur paulo vehementius inſequatur, tonitru, imbres plerumque ſubiti, ac in omnem plagam furentes venti.

Coroll. Murmur illud continuum, & fulgurum alternationes longo interdum tempore perdurantes hunc in modum explicat Beccaria. Sit, inquit, series nubium poſitive electricarum, pauloque magis a ſeſe diſtantium, quam ut fulgur de una ad alteram pertinere poſſit: ferantur omnes a vento quopiam, vel a torrente fluidi electrici contra montem quemdam. Nubes prima ad vicinitatem montis minus electrici delata fulgurabit, ac tonabit; tum exonerata inſtar folii aurei ruet in nubem inſequentem adhuc poſitive electricam, unde rurſus exſiſtent fulgura, & tonitrua. Eodem pacto prima denuo onerata ruet in tertiam, atque ita porro: quæ cum creberrime ſibi ſuccedant, fulgur, ac tonitru fere continuum erit. Hæc omnia infinitis modis poſſe variari facile quisque videt.

Quid Fulmen?

122. *Fulmen* eſt fulgur electricum a fulmine illo ope lagenæ procurato ſola vehementia diſcrepans, quod tunc emicare ſolet, quum duæ nubes, aut nubes & corpus quoddam terreſtre, in quibus diſcrimen electricitatis ingens eſt, ad eam vicinitatem veniunt, in qua torrens electricus de uno in aliud exonerari ſolet.

Ejus-

Ejusdem effectus.

Scholion 1. Aſſertio iſta plurimum confirmabitur, ſi pæcipuos fulminis effectus perluſtremus, eosdemque cum phænomenis fulminis electrici ope lagenæ excitati contendamus. Itaque

1) Quemadmodum electricus ille torrens, ita fulmen incredibili rapiditate fertur, pervaditque ipsam intimam corporum ſubſtantiam.

2) Plerumque dirigitur in corpora viciniora, & in cuspides deſinentia, uti sunt ædificia, turres, arbores, mali navium &c.

3) Cumprimis autem sequitur metallorum, ac humorum ductum: hinc ſicubi metallum attenuatur, vel abrumpitur, illic torrens electricus coacervatur, atque obſtacula immani vi disjicit, ſicuti fulmineus ictus ope lagenæ procuratus perrumpit vitra, & foliorum chartæ craſſitudinem. Eadem de cauſſa cutem animalibus, corticem arboribus interdum detrahit, dum per humorem cuti, vel cortici ſubjectum fertur. Lagenas vitreas vino refertas repente exſiccat, cum externam vitri ſuperficiem fluido electrico imbuit, adeoque de interna tantundem effluere cogit, quo effluxu vinum omne in auras temporis momento ſpargitur. Idem nempe facit fulmen magnæ quantitati liquorum, quod scintilla electrica guttulis.

4)

4) Quemadmodum ſcintilla electrica, ita fulmen ſolvit metalla, & de uno loco in alium transfert: hinc ſæpe auro de capitellis columnarum detracto ſemitam ſuam inaurat. Solvit item particulas corporum pingues; unde odor ille ſulfuris in loco fulmine tacto.

5) Sicut ſcintilla electrica per vernicem reſinoſam, vel per ſtratum ſulfuris contriti traducta amburit, & fumigat chartam: ita fulmen vapores ſulfureos ſecum ex atmoſphæra rapiens amburit interdum, & nigredine tingit corpora: & ſicut illa ſpiritum vini, ac nitratum pulverem, ita hoc ſæpiſſime accendit materias ad inflammandum aptas.

6) Ut ſcintilla electrica acui, ſic fulmen ferramentis, in quæ incidit, virtutem magneticam conciliat, inque nauticis pyxidibus polos non raro mutat. Certe a perpetuo fluidi electrici torrente repetendum eſſe videtur, quod ferramenta in aere libero vim magneticam longo ſitu conſequantur.

7) Non de nube modo in terram, ſed etiam de terra, ſiquidem ea per exceſſum electrica fuerit, versus nubem erumpit, uti multorum narratione compertum eſt. Plerumque tamen intuentibus de nube emicare videtur: nam per totam ſuam ſemitam temporis momento diffunditur, ac ibi primum exploditur, ubi ſemitæ anguſtia, vel interruptio oc-

currit, ac proinde directio motus ejusdem difficulter discernitur, niſi prope nubem, vel prope terram aliquamdiu quodammodo serpat.

8) Dum contra tellurem directe excutitur, foramen in eadem efficit satis profundum: quia nimirum infra telluris superficiem habentur corpora alia poſitive, alia negative electrica, versus quæ fulmen dirigitur. Quare fulmine excuſſo sæpe maximæ eveniunt mutationes in terræ visceribus, uti sunt repentinæ aquarum inundationes, saxorum prolapſiones, fragores &c. quæ tamen ipsa nonnunquam oriuntur a fulmine de cavernis subterraneis versus nubem excuſſo.

9) Interdum enecat matrem illæsa in ſinu prole: manu intacta discerpit ex eadem poculum metallicum: aufert maxillam incolumi reliquo corpore &c. Nimirum e loco, ubi excutitur, fertur ad suum terminum semita breviſſima; eos ergo duntaxat lædit, quos in eadem offendit. Sane vidimus scintillam electricam tranſire per arcum conductorem illæsa tenentis manu; ſin autem offendit in sua semita minora animalia, repente eadem enecare; in quorum cadaveribus eadem plane ſigna deprehenduntur, quæ in hominum fulmine ictorum corporibus: Sed infinitus ſim, ſi omnia persequar.

Remedium.

Scholion. 2. Sunt, qui ferreis perticis adhibitis putent ab ædibus fulmen averti poſſe, ac in ipsas perticas derivari. Quid ea de re sentiam, paucis adnotabo. Ac imprimis quidem vaporem electricum e nube tempeſtifera non modo illæ perticæ, sed etiam cetera corpora symperielectrica, maxime acuminata ad sese alliciunt; unde crebro feriuntur turres, arbores, camini &c. Deinde perticæ illæ non plus fluidi electrici attrahunt e nubibus, quam ad terram devehere poſſint; hinc etiam supra loca id genus perticis armata sæpe diu debacchari solent tempeſtates. Poſſunt nihilominus eæ perticæ aliquod adferre remedium. Quod enim turres, aliaque corpora elatiora sæpe feriantur, ac discerpantur, inde eſt, quod ea cum solo non libere communicent, nec satis idoneam præbeant semitam torrenti electrico ſine noxia in tellurem exonerando: at ſi complures perticæ debite adplicentur, ac ope filorum ferreorum cum humido solo connectantur, per eas torrens electricus satis æquabiliter defluet, nuspiam addensabitur, corpora vicina intacta relinquet; ac licet ubique adſint etiam alia corpora fulmini ad se derivando apta, negari tamen non poteſt, metalla acuminata, satisque eminentia eidem effectui aptiora eſſe.

Cetera meteora ignea.

123. Cetera meteora ignea, uti ſunt globi flammivomi, ſtellæ cadentes, ignes lambentes, ac fatui, qui a figuræ varietate variam habere ſolent adpellationem, plerumque ſunt halitus pingues, ac inflammati: interdum tamen oriri videntur etiam a fluido electrico, cumprimis autem ignes illi lambentes, qui circa malos navium, & poſt fulmineas tempeſtates in locis terræ imbre madefactis diſcurrere ſolent.

SE-

SECTIO II.

De Statica fluidorum generatim.

CAPUT I.

De phænomenis, quæ a preſſione fluidorum vaſis incluſorum oriuntur.

Quid maſſa & volumen?

124. *Maſſa* eſt quantitas materiæ, ex qua unumquodque corpus coagmentatur. *Volumen* autem dicitur ipſa corporis in partem omnem explicatio, ac definitur ope geometriæ.

Quid gravitas ſpecifica?

125. Gravitas *ſpecifica* corporum vocatur pondus illud, quod ſub eodem volumine obtinent. Quare corpus ſpecifice levius eſt, quod ſub eodem volumine minus; ſpecifice gravius, quod majus pondus habet, quam alterum: hinc argentum auro ſpecifice levius, aurum argento ſpecifice gravius eſt.

Theoria eorundem.

126. Gravitates ſpecificæ duorum corporum idem pondus habentium ſunt in ratione reciproca voluminum. Sint enim corpora A & B pondus idem p habentia; volumen primi dicatur a, ſecundi b: quoniam pondera corporis homogenei ſunt ut volumina, reperietur pondus corporis B ſub volumine a dicendo, $b : p = a : x$; hinc $x = \frac{ap}{b}$: quare gravitates eorundem ſpecificæ ſunt ut $p : \frac{ap}{b}$ (præc.) $= p\,b : a\,p = b : a$.

Coroll. Cum corpus denſius illud adpellemus, quod eandem maſſæ quantitatem ſub minori volumine continet, denſitates corporum pondere æqualium ſunt reciproce ut volumina, ac proinde directe ut gravitates ipſorum ſpecificæ.

127. Gravitates abſolutæ duorum corporum ſunt in ratione compoſita voluminum, & gravitatum ſpecificarum. Sint enim corporum A & B gravitates abſolutæ P & p, volumina V & v, gravitates ſpecificæ G & g; ac ſit corpus quoddam tertium C, quod ſub volumine v habeat pondus abſolutum P, & gravitatem ſpecificam γ, erit conferendo C cum B, $\gamma : g = P : p$ (125), idem autem conferendo cum A erit $G : \gamma = v : V$: (præc.), quare multiplicatis pro-

por-

portionibus habebitur G γ: γ g = v P: V p, seu G : g = v P : V p; & multiplicatis mediis, ac extremis V G p = v g P: unde P: p = V G : v g.

Coroll. Cum ergo gravitates abſolutæ conſtanter maſſarum rationem habeant (P. 1. 115), patet eorum maſſas eſſe in eadem illa ratione compoſita voluminum, & gravitatum ſpecificarum.

Scholion. Nemo non videt, ex æquatione V G . p = v g . P complura erui poſſe theoremata, quorum numerus plurimum accreſcet, ſi loco gravitatum ſpecificarum denſitates ſubſtituantur (126. cor.), & ſi præterea vel maſſæ, vel gravitates ſpecificæ, vel volumina, vel denique denſitates æquales eſſe ponantur.

Theoria preſſionis fluidorum.

128. Fluida premunt ſuo pondere partes ſibi ſubjectas. Habent enim ſingulæ eorundem particulæ pondus maſſæ ſuæ reſpondens, quo demum cunque loco conſiſtant: eo autem pondere deorſum continenter urgentur: premunt ergo partes infra ſe collocatas.

Coroll. 1. Quare fluidorum vaſe conclusorum ſuperficies, poſtquam conquievit, ſemper horizonti parallela eſt. Cum enim partes eorum cuivis impulſioni facillime cedant (P. 1. 28.), cogente gravitate usque eo deſcendunt, dum locus ultra deſcendendi non ſit, hoc eſt, dum in eodem plano horizontali, ſeu *ad libellam*, ut dicimus, conſiſtant.

Coroll. 2. Poſtquam adepta æquilibritate fluidorum partes conquieverunt, inferiores preſſionem ſuperiorum ſuſtinent, quæ quidem reſpondet maſſæ incumbenti, ſeu fluidi ſupra particulam compreſſam eminentis altitudini. Cum ergo ſumma ſuperficies ubique æque alta ſit (cor. 1), ſi intra fluidum ſuperficies quæcunque horizonti parallela concipiatur, quævis ejus pars eandem preſſionem ſuſtinet.

Coroll. 3. Quamobrem ſi preſſio in quodam ejuſmodi ſuperficiei loco diminuta fuerit, aſſurget illic fluidum, donec exæquata ubique preſſione exſiſtat pleniſſima partium omnium æquilibritas. Rem experiri licebit, ſi e tubo aquæ ſuperficiei impoſito aerem exſuxeris, atque ita ſubjectam aquæ partem preſſione atmoſphæræ liberaveris.

Coroll. 4. Preſſio fluidorum omnes in partes æquabiliter diſtribuitur. Cum enim eorum particulæ ſint admodum mobiles, quælibet a ſuperioribus preſſa locum ſuum tueri nequit, niſi æquabiliter undique comprimatur: preſſiones igitur, quum conquievit fluidum, verſus omnem plagam æquabiliter propagari neceſſe eſt.

Scholion. Equidem perſpicue capere vix poſſumus, quonam pacto minima quævis gutta ſupra alias conſtituta poſſit cuivis alteri etiam ad latus conſiſtenti eandem communicare impulſionem, quam impertiret, ſi ad perpendiculum eidem immine-

neret: res tamen e natura fluidorum omnino conſequitur, eſtque luculentis teſtata experimentis. Si tubus obturato labro ſuperiore in aquam demergatur, intra illum nonnihil attolletur, aeremque intus concluſum coarctabit: non autem utique attolleretur, niſi partium ſuperiorum preſſio impelleret. Idem eveniet, ſi tubi utrinque patentis labro inferiori veſica parva mercurio impleta adplicetur, & infra ſuperficiem aquæ demergatur; mercurius enim intra tubum eo altius propelletur, quo profundius veſica demergitur. Ad hæc quum plures ſimul demerguntur tubi, quorum labra infima diverſas in plagas flexa ſint, eadem vi in omnes adigitur fluidum, atque ad eandem aſſurgit altitudinem. Denique ſi cylindro vitreo utrinque aperto in ora inferiore accommodetur lamina cuprea tenuis, probe expolita, cumque cylindri ora tam arcte cohærens, ut aquam ſubeuntem arceat, ac filo in centro fixo ſuſtentetur, tum cylinder cum lamina in aquam profunde deprimatur, lamina cylindri labro ſic apprimetur, ut ne laxato quidem filo decidat.

Scrupuli quidam tironi eximuntur.

Hinc autem perfacilis erit enodatio quorumdam ſcrupulorum, qui tironibus exhibere negotium interdum ſolent, quique graves aliquando viros huc adduxerunt, ut hanc fluidorum preſſionem pla-

ne inficiarentur. Itaque 1) columna imminentis fluidi impedire nequaquam debet, quo minus corpora demerſa facile attollantur: nam in quacunque verſentur profunditate, preſſiones omni ex parte æquales ſeſe prorſus elidunt, tantumque aliæ adjuvant, quantum aliæ impediunt. 2) Eadem de cauſſa plantæ ex imis ſtagnis ſurſum eniti poſſunt, adjuvante ipſa aquarum ſpecifice graviorum preſſione, quemadmodum in ſequentibus docebimus. 3) Sed nec urinatores intra mare violente detrudi, aut eum aliquo doloris ſenſu comprimi debent: ſuſtinent enim vim undique æquabilem; quæ tamen, ſiquidem aquarum altitudo magna ſit, efficere poterit, ut aer, ac humores intra corpus nimium conſtringantur, & ſanguis e naribus, oculiſque exprimatur, ſicuti eveniſſe nonnunquam accepimus.

129. In vaſis æquabilibus, ut ſunt cylindri, & priſmata, ad perpendiculum conſtitutis, ac baſes utcunque inæquales habentibus, fundi premuntur ab eodem fluido in ratione compoſita baſium, & altitudinum. Cum enim baſes vaſorum ejuſmodi ſint in plano horizontali, partes fluidi contra eaſdem directe, atque adeo tota ſua gravitate nituntur: eſt autem gravitas in eodem fluido ut volumen, & hoc ut baſis ducta in altitudinem (553, 554 Math.): fundi ergo in hac ipſa ratione premuntur.

Coroll. 1. Itaque fluidum in eodem vaſe ad diverſas ſenſim altitudines conſtitutum premit baſim in ratione altitudinum, ad quas conſiſtit: his proinde decreſcentibus preſſio eadem proportione decreſcit.

Coroll. 2. In vaſe ad horizontem inclinato fundus ea vi urgetur, qua in vaſe perpendiculari eandem baſim, & altitudinem habente urgeretur. Sit enim in Fig. 41 cylinder inclinatus A B, rectus ejuſdem baſis, & altitudinis A C, baſis communis = *b*: erit A B : A C ſicut gravitas abſoluta *b* × A B ad gravitatem comparativam $\frac{AC \times b \times AB}{AB} = AC \times b$, qua fundus in cylindro A B premitur (P. 1. 78 cor. 1): atqui eadem gravitate A C × *b* urgetur etiam fundus cylindri recti AC.

130. In vaſis inæquabilibus, ut ſunt coni, & pyramides, fundus eo plane modo premitur, quo premeretur, ſi baſis ſuperior inferiori æqualis eſſet. Sit enim imprimis baſis ſuperior A B major inferiore C D in Fig. 42: fundus in plano horizontali conſtitutus directe urgetur per lineas perpendiculares *a* C, *b* D &c. Solum ergo fluidum cylindro *a*CD*b* contentum contra eum nititur; maſſa reliqua adverſus latera A C & B D dirigitur: quare eadem exercetur in fundo preſſio, quæ exerceretur, ſi baſis ſuperior AB eſſet = *ab* = C D.

Sin autem inferior baſis CD major ſit ſuperiore A B in Fig. 43, concipiamus fundum C D attolli usque in *c d*, ut fluidum aſcendat intervallo C*c*, aſſurget idem intra vas anguſtius A G intervallo GF, ita ut C *c* ſit ad G F, ſicut baſis A B ad baſim C D, cum eadem quantitas aſcendat utrobique, & æqualium cylindrorum altitudines ſint reciproce ut bases (594 Math.). Eſt autem celeritas fluidi in vaſe anguſtiore ad celeritatem in ampliore ut GF : C*c* = C D : A B; quare vis fluidi in vaſe A G deorſum nitentis eſt ad vim in vaſe *a*CD*b*, ut A B X A I X GF : CD X A I X C*c* (P. 1. 60), seu ob G F : C*c* = C D : A B, ut A B X A I X CD : CD X A I X A B : preſſio ergo eadem utrobique eſt.

Corell. Quæcunque igitur fuerit vaſorum forma, preſſio univerſe æſtimanda eſt e baſi ducta in altitudinem.

Scholion. Tametſi theorema præsens παραδοξον videri poſſit, multiplici tamen experimento confirmatur. Si cylindro ampliori imponatur fundus mobilis cavitatem ejusdem perfecte explens, tum intra hunc, & inferiorem cylindri baſim tubus longior ex latere adplicetur, aqua per tubum continenter ingeſta attollet fundum illum mobilem utcunque impoſitis ponderibus onuſtum tanta vi, quantam haberet columna aquea baſim amplioris cylindri, ac tubi altitudinem habens. Vidi egomet hydraulicas machinas

ex

ex hoc ipſo theoremate ſcite admodum excogitatas a Joſepho Hellio celeberrimi aſtronomi noſtri germano, quarum ope immenſa aquarum vis e metallorum ſodinis tempore perbrevi attollitur. Idem experimento facile parabili quisque comprobare poterit. Vitrum quoddam rotundum infra dimidium aqua repletum, ac bilanci impoſitum reducatur ad plenam æquilibritatem: tum cylinder ligneus capacitate vitri nonnihil anguſtior extremitate ſuperiore fixus immineat poculo ad perpendiculum, attollaturque vitrum cum bilance ſenſim, ita ut pars cylindri intra vitrum demerſa aquam extrudat ad latera, atque ſic ejus altitudinem eadem baſi manente augeat: vitrum illico præponderabit, licet fixus ille cylinder fundum ejus non premat. Videri quoque poſſunt apud Graveſandium, & Nolletum machinæ conſtantes vaſe habente fundum mobilem, cui elevando eadem conſtanter potentia adhibenda eſt, quæcunque fuerit vaſis aqua repleti forma, modo eadem ſemper altitudo maneat. Quodſi fundus mobilis in latere vaſis accommodetur, iisdem machinis oſtenditur eandem plane requiri potentiam ad eum impellendum: unde luculenter adparet eadem vi urgeri fundum, & latera.

Theoria tuborum communicantium.

331. Quando in tubis communicantibus fluidum idem conquieſcit, ſeu momenta

ubi-

ubique æqualia obtinet, ad eandem aſſurgit altitudinem. Sint enim in Fig. 44. tubi quicunque communicantes CB, GD, ſitque ratio baſium $n.q : q$. Cogitetur fluidum in crure ampliore deprimi intervallo Cc, aſſurget in anguſtiore intervallo Gg, ita ut ſit $Cc : Gg = q : n\,q$ (594 Math.), in qua ipſa ratione erunt velocitates. Si ergo fluidum in tubo ampliore ponatur $= M$, in tenuiore $= m$; erit $M\,q = mnq$ (P. 1. 60. cor. 1.), seu loco maſſarum M & m ſubrogando facta baſium B & b, & altitudinum A & a, erit $A \times B \times q = a \times b \times nq$: quare pro B : b ponendo $n\,q : q$, habebitur $A \times n\,q^2 = a \times n\,q^2$, & hinc $A = a$:

Coroll. 1. Si tuborum diametri æquales ſint, erit $nq : q = 1 : 1$ unde etiam tunc $A = a$.

Coroll. 2. Si crus alterutrum inclinatum fuerit, ei aliud rectum eadem baſi, & altitudine præditum ſubſtitui poterit (129. cor. 2.): idem ergo fluidum eandem in utroque obtinet altitudinem. Imo locum theorema habet, etiamſi ambo crura inclinata fuerint.

Coroll. 3. Quodſi ergo ejusdem fluidi altitudo non fuerit eadem in omnibus tubis communicantibus, minime conquieſcet, ſed verſus eam partem, ubi humilitas major eſt, tamdiu movebitur, dum eadem denique ubivis altitudo obtineatur.

Scholion. Elucet hinc poſſe tuborum connexorum ope aquam e loco ſublimi derivari ad humiliorem etiam pro collium, val-

valliumque interjectarum tortuoſos anfractus, dummodo collium vertices ad eam altitudinem non aſſurgant, in qua fons ipſe conſtitutus eſt. Patet inſuper poſſe tuborum communicantium adjumento conſtrui *libellam*, ſive inſtrumentum, quo linea horizontalis determinetur: recta enim fluidi ſuperficiem utrinque C & G radens horizonti parallela eſt.

132. Quum diverſæ gravitatis ſpecificæ fluida in tubis communicantibus conquieſcunt, altitudines eorum ſunt in ratione reciproca gravitatum ſpecificarum. Sint enim in tubis CB & GD fluida, quorum gravitates ſpecificæ habeant rationem $nq : q$, baſes tuborum vocentur B & b, altitudines A & a. Erunt fluidorum volumina ut $A \times B : a \times b$, maſſæ ut $nq \times A \times B : q \times a \times b$ (127. cor.) Cum ergo fluida in æquilibritate eſſe ponantur, debent æquari facta ex maſſis in celeritates (P. 1. 60. 1.), quæ ſunt reciproce ut baſes: quare $nq \times A \times B \times b = q \times a \times b \times B$, ſeu $nq \times A = q \times a$, & hinc $A : a = q : nq$.

Coroll. 1. Si diametri tuborum æquales ſint, ratio baſium erit 1 : 1, unde rurſus $nq \times A = q \times a$ ut ante. Idem ad tubos utcunque inclinatos facile accommodatur.

Coroll. 2. Denſitates fluidorum reſpondent ſpecificis eorum gravitatibus (126. cor.): ſunt ergo altitudines in ratione denſitatum reciproca.

Scholion. Ex hoc theoremate inveſtigari po-

poteſt ratio, quam gravitates ſpecificæ, atque denſitates variorum fluidorum obtinent, ſi nimirum altitudines, ad quas in tubis communicantibus conſiſtunt, ſcite menſurentur, & conferantur. Solet autem communis tuborum baſis mercurio expleri, ne permiſceantur fluida. At hæc indagandi methodus ſuis non caret incommodis; turbantur enim juſtæ altitudines tum a fluidorum ipſorum tritu, permiſtione, ac effervescentia; tum a tuborum præſertim anguſtiorum varia attractione. Nos modum certiorem in ſequentibus indicabimus.

CAPUT II.

De phænomenis Tuborum Capillarium, variiſque Phyſicorum opinionibus.

Quid tubi capillares?

113. Fluidum in tubis quibusvis communicantibus ad eandem aſſurgere altitudinem in ſuperioribus demonſtratum eſt; at in tubis anguſtioribus, qui propter tenuitatem vulgo jam ***capillares*** vocantur, lex illa generalis non obtinet: in his enim liquores plerique ascendere ſolent ultra libellam cum admirabili phænomenorum varietate.

Scho-

Scholion. Cauſſa eum aſcenſum efficiens omnino latiſſime pertinet: ex ea quippe dependet, quod minores fluidorum portiones ſeſe ad libellam non componant: quod aqua corpora quædam humectet, ab aliis veluti refugiat: quod liquores in anguſtis vaſis curva ſuperficie terminentur: quod ſpongias, ellychnia, sacharum, cineres &c. aſſurgendo imbuant: quod nativus ſuccus per plantarum fibras commeet: quod humores in glandulis viventium corporum varie ſecernantur: quod ſanguis per vaſa anguſtiſſima jugiter diſtribuatur, & his affinia alia. Anteqnam vero in cauſſam tot effectricem rerum inquiramus, præcipua phænomenorum genera perluſtrabimus.

Eorundem phænomenorum.

134. Sunt autem phænomena hujusmodi. 1) Si ſtagnanti aquæ imponatur tabula vitrea ſicca, & polita, aſſurget aqua utroque e latere ſupra libellam concava ſuperficie, id quod etiam in poculis vino, vel aqua non plane expletis quotidie experimur. Sin autem imponatur mercurio, aut ſtanno, plumbove fuſo, dehiſcet fluidum ad latera ſuperficie convexa. Quodſi duæ tabulæ jungantur in angulo valde acuto, ſuperficies aquæ intra eas aſſurgentis proxime referet hyperbolam concavam primi generis, quæ in mercurio, ſtanno, aut plumbo fuſo con-

contrarium ſitum obtinebit, seu convexa erit.

2) In tubis tenuiſſimis utroque extremo patentibus attollitur aqua ad altitudines diametris eorumdem reciproce respondentes, idque tametſi apertura inferior tangat duntaxat aquæ superficiem. Nec refert, utrum aqua calida, an frigida ſit, modo tubi novi, aut probe depurgati adhibeantur. Si labrum superum obturetur, liquor non ascendit.

3) Ascensus principio sunt celerrimi, in fine lentiores. Diversa autem fluida in eodum tubo, vel idem fluidum in diverſis tubis nec eandem obtinet altitudinem, nec denſitati, vel raritati suæ proportionalem. Apud Musschenbroekium in tubo 43 lineas longo, & minus quam $\frac{1}{3}$ lin. in diametro habente ascenderunt liquores ad altitudinem perpendicularem hoc ordine:

Flui-

Fluida.	eorumdem altitudines	& gravitates specif.
urina hominis matutina --	33 vel 34 lin.	1030
ſpiritus ſalis ammoniaci.-	30 vel 33--	1120
oleum vitrio-	26 vel 27--	1700
li aqua --	26 ------	1000
oleum tartari per deliqu.-	25 vel 26 --	1550
oleum vulgare raparum	21 ------	913
ſpiritus nitri Glauberi --	20 ------	1315
oleum æther. terebinth.	18 vel 19--	874
alcohol vini purum ---	18 vel 10 --	866
mercurius --	-o min.nihilo	14000

4) Si tubus ad perpendiculum dependeat, & gutta aquæ per externam ejus ſuperficiem defluens ad orani infimam perveniat, rapitur in tubum ad eam altitudinem, ad quam aqua in eodem aſcenderet, idque etiam in vacuo Boyleano.

5) Sit tubus ABC in Fig. 45 ex ampliore BC, & anguſtiore AB compoſitus: ſit AP altitudo, ad quam aqua in anguſtiore aſcendere poſſet, BF altitudo, ad quam aqua in ampliore pertineret: impleto tubo ABC hærebit aqua ſuſpenſa in altitudine AP: ſi autem inverſo ſitu im-

impleatur, hærebit ſolum in altitudine BF.

6) Vas quodcunque ABC in Fig. 46 parte ſuprema in collum capillare deſinens aquam omnem, qua expletur, suspenſam tenet. Imo tum in hoc, tum in priore aqua hærebit pendens, tametſi ad collum anguſtius non plane pertineat, modo apertura A guttula digito impoſita humectetur.

7) In tubis capillaribus ſiphonum inſtar flexis varia contingunt aquarum ascendentium, atque effluentium phænomena, quorum varietas omnis pendet ab illa inæqualitate, quæ inter longitudines, ac diametros crurum intercedit, ſicuti deinceps explicabimus.

8) Si plano vitreo DE in Fig. 47 horizontali, ac mundo imponatur gutta B olei recentis aurantiorum, vel Carvi; deinde aliud ſimile planum priori ſic jungatur, ut extremitates A & D se contingant, C vero & E tantum diſtent, ut gutta B ſuperum planum attingat; feretur illa motu accelerato verſus juncturam AD, ibique se diffundet. Quodſi interea extremitas AD nonnihil attollatur, gutta nihilominus ascendet: at in certa elevatione, ubi nimirum guttæ gravitas comparativa, & vis eandem urgens ad æquilibritatem venerint, immota conquieſcet.

9) Demum apud Jurinum tubus 35 lineas longus, & diametro 3 linearum præditus, totam, qua repletus erat, aquam retinebat in Boyleano vacuo. Newto-

tonus item teſtis eſt mercurium interdum detineri in altitudine 60, aut 70 dig. idque tunc potiſſimum evenire, quum ab aere probe depurgatus eſt, Mariottus, & Muſſchenbroekius autores ſunt.

Scholion. At ſunt innumera alia hujusmodi tuborum phænomena peculiaria, quorum omnium explicationes particulatim adferre infinitum eſſet, otiumque deposceret experimenta & plurima, & accuratiſſima inſtituendi, quo ſane nos deſtituimur: præcipua vero genera summatim perſequemur. Illud hic interea admonebimus, legi non pauca apud Muſſchenbroekium, ſolertem ceteroquin naturæ inveſtigatorem, quæ diligentia aliorum a vero aliena eſſe comperit.

Refelluntur aliorum opiniones.

135. Qui in Carteſii verba juraverunt, prope innumerabiles explicandis his phænomenis procuderunt hypotheſes. Illud plerisque commune eſt, plures eſſe cauſſas ad eadem efficienda concurrentes. Ajunt imprimis aerem internum propter tubi anguſtias libere fluere non poſſe; tolli proinde ejuſdem cum externo æquilibritatem. At 1) ſi aer ille internus non æque libere flueret, nec eſſet æque conſtipatus, ac reliqua atmoſphæra, deberet utique liquor etiam in tubo ſuperius obturato ſaltem eo usque aſſurgere, dum aer internus cum externo ad æquilibritatem reducatur, ut evenire in tubis laxioribus quotidie videmus, ſi aer intra

illos

illos nonnihil rareſiat. Idem contingeret in ſiphone capillari, extremis cruribus liquori ſimul impoſitis: neutrum autem accidit. 2) Eadem illa cauſſa, quæ impediret, ne aer in tubulum libere influat, impediret quoque, ne libere effluat; atque adeo quantum raritate ſua adjuvaret fluidi aſcenſionem, tantum impediret exeundi difficultate. Imo impediret etiam liberum liquoris influxum: quis enim inducat in animum illic, ubi aer libere fluere nequeat, liberrime commeare olea, aliaque fluida viſcida? 3) Deberent fluida aqua leviora, ut eſt ſpiritus vini, altius evehi; deberet mercurius ipſe nonnihil attolli, qui tamen ſemper infra libellam hæret. 4) Bulſſingerus vaſculum ſtagnantis mercurii in tubum capillarem diduxit, barometrum tamen conſueta phænomena ſine ulla variatione oſtendit: atmoſphæræ ergo communicatio per tubi illius anguſtias fuit liberrima.

Scholion. Verum ut hoc perfugium plane amputemus, juvabit adferre experimentum inſtitutum in vacuo Torricelliano, in quo aer prope infinitam obtinet raritatem. Firmentur in plano AB in Fig. 48 duo tubi capillares *c c*, operianturque recipiente DE, quod catino antliæ impoſitum per aperturam F perfecte impleatur aqua aere expurgata: tum clauſa ea apertura embolus a fundo antliæ reducatur, ut aqua omnis de recipiente ſuapte gravitate in anthliæ cylindrum defluat.

fluat. Hærebit in tubis aqua nonnihil ultra consuetam altitudinem, propter guttam videlicet labris eorundem inferis adhærentem. Idem eveniet in vacuo Boyleano.

136. Alii exiſtimant diminuta atmoſphæræ intra tubum preſſione aerem in poris fluidi latentem sese explicare, eaque explicatione ascenſionem ejusdem adjuvare. Sed præterquam quod ea preſſionis diminutio commentitia ſit, ut jam vidimus, multa sunt, quæ repugnent. 1) Phænomena perinde eveniunt, tametſi aqua ab aere probe depurgetur, & experimenta in vacuo capiantur: atqui tunc aliquod saltem discrimen altitudinum notari deberet. 2) Aer anfractibus illis inclusus magis sese explicat in fluidis calidis, nec tamen ea altius idcirco attolluntur. 3) Eadem utique præſto eſt aeris interni dilatatio, quum tubi parietes sebo, aut cera imbuuntur, nec tamen ullus advertitur in aqua ascensus. 4) In explicandis mercurii, aut liquati ſtanni phænomenis hæc cauſſa locum habere nequit; iſta enim fluida in tubo capillari semper infra libellam hærent.

137. Sunt, qui comminiscantur nescio quam *incongruentiam*, qua fiat, ut aer nequeat tam arcte adhærere vitri parietibus, ac liquor ipse intra tubum aſſurgens, atque hinc ejus preſſio minuatur. Hanc autem incongruentiam repetunt vel a vibrationibus heterogeneis aeris, & vitri, ut videmus in chordis heterotonis:

vel

vel a materia quadam ſubtili inter utrumque torrentis inſtar fluente, & arctiorem conjunctionem impediente: vel denique a diſſimilibus aeris, & vitri atmoſphæris, quæ inter ſe permiſceri non poſſint, ſed vorticem quaſi intermedium efforment. Verum innumeris docemur experimentis aerem vitro æque tenaciter copulari, ac aquam. Juvat unum, alterumve proferre in medium. Cape tubum 3 pollices longum, diametri $\frac{1}{7}$ lin. in quo aqua aſſurgat ad 20 lineas: eundem de aqua eductum inflecte, dum aqua verſus medium tubi progrediens aeri locum relinquat. Applica in hoc ſitu rurſus aquæ tubum, aſcendet ea denuo, bullamque aeris intercludet. Educto tubo, atque ad perpendiculum conſiſtente omnis pene aqua inferior effluet uſque ad altitudinem 2 vel 3 lin. ſupra quam hærebit bulla, & huic imminebit aqua ad altitudinem 20 lin. Jam cur bulla pondere aquæ onerata non extruditur? Sane quia vitri parietibus tenaciſſime adhæreſcit, ita ut interdum etiam mercurii pondus ſuſtentet. Cylindrum item vitreum probe perpolitum, & abſterſum in aqua demerge, tum aerem eidem incumbentem ope antliæ ſummove: videbis in tota ejus ſuperficie bullas aereas naſci, antequam ullæ adpareant in aqua reliqua: cur ergo eas aqua ſua gravitate inde non detergit? Conf. Boerh. t. 1. Exp. 1 de aere, & Deſagul. Trans. Phil. n. 393.

Scholion. Sed nec cauſſæ hujus incongruen-

gruentiæ ſatis probabiles ſunt. Nam heterogeneæ illæ vibrationes pro libidine finguntur, nec ullam habere originem mechanicam poſſunt, cum materia ſubtilis, ſiquidem agit aliquid, premat undique æquabiliter, atque adeo vibrationes progignere nequeat. Sed & aliunde exploratum eſt in quovis corpore plurimum ineſſe aerem, ac intime copulari: quare vibrationes illæ, tametſi haberentur, non impedirent arctiſſimam aeris cum quibusvis corporibus conjunctionem. Neque ſubtilis materia inter vitrum, & aerem ſic fluere poteſt, ut obſtet mutuæ eorundem adhæſioni: quæremus enim, cur non eadem ſimiliter fluat inter vitrum, & aquam aere denſiorem: cur, ſi de aqua in vitrum, & hinc in aquam liberrime commeet, non transeat in aerem millies rariorem: Eadem de atmosphæris illis minutis recurrit difficultas; nec omnino poteſt expediri, undenam exſiſtat illa tanta diſſimilitudo, quæ permiſceri eas non ſinat; nec, ſi vorticum in morem revolvantur, cauſſa ejus volutationis adferri. At demus aerem a vitro refugere, eamque repulſionem ad quartam lineæ partem extendi. Sumatur tubus habens diametrum unius lineæ: debebunt profecto phænomena omnia in eo ſic evenire, ac ſi diameter eſſet $\frac{1}{2}$ lin. absque ulla incongruentia; nam in hoc tubo habente diametrum unius lineæ media columna aerea, cujus diameter eſſet $\frac{1}{2}$ lin. liberrime premeret; atqui in tubo illo incon-

gruentia illa deſtituto aqua utique non ascenderet: ergo ne in iſto quidem unius lineæ diametrum habente debet attolli, sed summum exiguæ altitudinis annulum ad latera formare, id quod repugnat experientiæ.

138 Quidam arbitrantur liquorem in anguſto tubo internis parietibus veluti adhærescere, ac suſtentari; partem proinde sui ponderis deperdere, atque ſic a vicinis ejusdem fluidi columnis ultra libellam protrudi. Falsum id quidem eſt. Nam 1) ſi liquor a columnis illis propelleretur, nunquam aſſurgeret niſi tubo infra libellam demerso; ascendit autem etiamſi labro infero tangat duntaxat ſtagnantis superficiem ſine ulla demerſione, & exemto etiam tubo suspensus hæret. 2) Si gutta per externam vitri superficiem defluens ad imum labrum perveniat, introrsum quodammodo sugitur, ac velociter aſſurgit nulla ejusmodi columna impellente. 3) Ad eandem conſtanter altitudinem conſiſtunt fluida, quacunque profunditate mergatur tubus: at quum profundius mergitur, altius profecto deberent evehi; tametſi enim crescant columnæ attollendæ, tantundem tamen cresceret vis elevans, & ſimul illa suſtentatio. 4) Tametſi eam suſtentationem concederemus, tamen ut fluidum ultra propellatur totum certe pondus ejusdem vincendum eſſet, ut in globo de filo pendente luculente patet, ſi eum licet a filo jam suſtentatum altius evehere velis.

Ad

Ad hæc, ſi parietum eminentiæ impedirent, ne liquor toto pondere deſcendat, eædem reſiſterent etiam aſcenſui.

139. Nonnulli ad inæquabilem materiæ ſubtilis preſſionem tanquam ad aram confugiunt, putantque illius efficaciam intra tuborum anguſtias eſſe longe minorem. Sed perperam id quidem. Nam 1) cum phænomena hæc etiam in vacuo Torricelliano perinde eveniant, neceſſe eſt, ut fluxus materiæ ſubtilis a ſolidis vitri partibus non intercludatur: quonam ergo pacto intercludetur a cavitate tubi ut ut anguſtiſſimi? 2) Quum tubus aqua plenus in vacuo pendet, ambobus ejus labris par materiæ ſubtilis actio reſpondet: cur igitur aqua nativo pondere non effluit? 3) Expediri nulla ratione poteſt, quare in mundo vitro ſuperficies mercurii convexa ſit, aliorum vero fluidorum concava. Sed miſſis figmentis ad veram theoriam veniamus.

CAPUT III.

De Theoria tuborum capillarium.

De vitri, & fluidorum attractione.

140. Minimas fluidorum quorumvis particulas mutua attractione devin-

ctas eſſe vel ipsa guttarum cohærentia manifeſte oſtendit. Easdem etiam a vitro minimis intervallis attrahi, res eſt non minus exploratiſſima. Certe ſi aquæ gutta impoſita ſit ligno vernice illito, eique supremo in apice vitrum planum leniter admoveatur, versus illud quodammodo aſſurget, ac ei adhærebit. Idem observabitur, ſi virum in angulo minimo senſim inclinatum guttam attingat: ea enim in vitri superficie tum deorsum, tum sursum versus diffluit; ac proinde accedunt ad vitrum etiam eæ guttæ particulæ, quæ illud non tangebant. Sed & mercurii particulas a vitro attrahi, ægreque avelli norunt, qui barometris conficiendis dant operam.

Coroll. Spatium, intra quod attractio vitri in sensum cadit, eſt perexiguum: neque enim sentitur, niſi prope attactum.

Scholion. „ Non poſſum, inquit Weitbrechtus, reticere elegans aliquod phænomenon, quo attractio particularum aquearum mutua ad oculum demonſtratur, & quod mihi occurrit, cum in alio quodam experimento faciendo occupatus eſſem. Siphonem ABCD in Fig. 49, cujus crus unum AB altius erat amplum, alterum CD brevius capillare, replevi aqua. Crus capillare anguſtissimum a C ad D senſim craſſescebat. Hoc ſiphone perpendiculariter erecto, orificiis A & D sursum spectantibus, particula aqueæ per orificium D pro-

„ trusa

„ truſa deſcendit, & annulum ſphæroi-
„ deum oblongum, qui tubulum circum-
„ circa cingebat, formans ſubſtitit e. g.
„ in 1 P. Cum hic annulus addita nova
„ particula ex orificio C deſluente tur-
„ geſceret, porro deſcendit ad 2 P, ubi
„ denuo auctus deſcendit, & ſubſtitit ad
„ 3 P, donec gutta ſatis ponderoſa facta
„ tandem ad C uſque deſflueret. Cum
„ hi annuli 1 P, 2 P, 3 P &c. per no-
„ vam acceſſionem ita ſucceſſive auge-
„ rentur, manifeſto vidi annulum e. g.
„ 1 P non quieſcere, donec augmento
„ ſuo ditatus fuiſſet, ſed quando hoc aug-
„ mentum ex orificio C protruſum in vi-
„ ciniam ſuam pervenerat, multum ele-
„ vari, & tum demum cum illo coale-
„ ſcentem verſus 2 P deſcendere. Si-
„ militer annulus 2 P ad notabilem quan-
„ titatem elevatus ſuperiori annulo 1 P
„ in viciniam ſuam deſcendenti in oc-
„ curſum venit; quod itidem cum annu-
„ lo 3 P accidit, quando antecedens ad
„ illum adpropinquaverat. Quod jucun-
„ diſſimum ſpectaculum luculenter de-
„ monſtrat, mutuum acceſſum dari inter
„ particulas aqueas, quando in viciniam
„ juſtam, & requiſitam conſtituuntur „.
E duplici hac attractione theoriam repe-
tunt Newtoniani, quam in Commentariis
Petropolitanis admodum perſpicue propo-
nit Weitbrechtus, cujus theoremata or-
dine perſequemur, adjectis, ſicubi neceſſe
videbitur, animadverſionibus nonnullis,
& conſectariis.

141. Aqueæ guttæ validius trahuntur a vitro, quam a ſeſe mutuo: contrarium obtinet in mercurio. Cum gutta aquea per latus vitri defluens in extremo margine ſenſim accreſcit, non continuo pondere ſuo decidit, ſed abit primum in formam oblongæ ſphæroidis; tum aucto pondere magis diducitur, ac demum in duas partes tribuitur tenui quodam veluti collo cohærentes, quo rupto inferior decidit, ſuperior vitro tenaciter adhæreſcit: vis ergo vitri eam partem retinens ſuperat cohærentiam particularum guttam componentium. Contra ſi mercurius purus fuerit, tota ejus gutta decidit. Si item ejuſdem gutta vitro adhæreſcens tangatur a majore mercurii maſſa, ſtatim relicto vitro cum eadem coaleſcit. Nempe vitrum magis corpulentum eſt, quam aqua, & mercurius magis quam vitrum.

At de mercurio res etiam hunc in modum probatur. Tubus unius, duorumve pedum deſinat in capillarem cuſpidem: infuſus eidem mercurius non effluet. Si vero cuſpis illa tenuis attingat mercurii in vaſe ſtagnantis ſuperficiem, continuo effluit, imo eo loco infra libellam conſiſtit, manifeſto utique argumento mercurium illum infuſum magis trahi a reliquo mercurio, quam a vitro.

Coroll. 1. Videri proinde mirum non debet, quod mercurius non humectet vitrum, ſicuti aqua, cujus tenuem quamdam laminam ſibi adhærentem ſemper retinent vitra de aquis educta.

Co-

Coroll. 2. Aqua vitro mundo contenta ſuperficiem ſemper habet concavam. Cum enim illius particulæ magis trahantur a vitro, quam a ſe invicem, ad ejusdem latera nonnihil attolli debent: contra mercurii guttulæ magis urgentur verſus medium, quam ad vitri parietes; hinc formam convexam induunt.

Difficultas quædam ſolvitur.

Scholion. Præſenti theorematí illud adverſari videtur, quod gutta mercurii vitro impoſita paululum complanetur. Verum ejus rei cauſſa non a ſola vitri attractione accerſenda eſt, ſed etiam a vi mutua partium mercurii. In gutta enim ſingula puncta vi æquali trahuntur verſus centrum, unde & rotunditas ejus exſiſtit. At quum puncta quædam vitro adplicantur, ab eo nonnihil attrahuntur, ac proinde non urgentur ad centrum tanta efficacia, quanta ex adverſo poſita: hinc ſublata æquilibritate guttam complanari neceſſe eſt, punctis ſupremis validius in centrum contendentibus.

142. Mutua punctorum aquæ attractio, seu cohærentia nequit ſuſtentare plus, quam pondus unius guttæ. Quam primum enim concreſcentes guttulæ juſtam quamdam magnitudinem adipiſcuntur, vincit cohærentiam gravitas, & partium vincula dirumpit (præc.): & patet res in vaporibus aqueis per feneſtræ tabulas defluentibus.

Coroll. 1. Quare ne vitrum quidem po-

teſt elevare, aut ſuſtentare plus, quam unicam guttam, quæ tamen eo major eſt, quo ampliore baſi jungitur vitro; nam tunc plures guttæ partes ſuſtentantur (140 cor.). Itaque ex angulo vitri major gutta pendere poteſt, quam e recto latere.

Coroll. 2. Tametſi ergo gutta quæpiam a ſuperficie tubi, per quam defluit, ſiſti nequeat, ſiſti tamen poterit, cum ad extremum marginem devenerit, imo & introrſum cogi, cum major ſit illic vitri ſuperficies, & plura guttæ puncta attrahantur.

De aſcenſu fluidorum.

143. Vitri in aquam efficacitas debet eandem attollere in tubis capillaribus ultra libellam. Quamprimum enim tubus eam attingit, is validius attrahit guttas ſibi proximas, quam eædem ſeipſas (141): coguntur adeo cedere vi fortiori, & aſſurgere ad altitudinem primi annuli vitrei, a quo illic trahentur vi e. g. *a b* in Fig. 50, ab annulo autem ſuperiore proximo vi *a c*: nitentur igitur curſum *b c* tenere.

Coroll. 1. Nihil ergo mirum, ſi experimenta hujuſmodi tubis inſtituta in vacuo perinde eveniant, ac in pleno aere, cum vitri efficacitas eadem utrobique ſit.

Coroll. 2. Si experimentum pleno in aere capiatur, labrumque tubi ſuperum obſtruatur, aqua non attollitur: obſtat enim aer interior, cui exitus interclusus eſt.

eſt. Hinc in ſigillatis tubis aere ante evacuatis fluidum aſcendit.

144. Cum intervallum, ad quod notabilis vitri efficacitas pertinet, ſit perexiguum (140 cor.), corpus vel tenuiſſimum inter vitrum, & aquam interjectum ejusdem actionem, atque adeo phænomena tuborum capillarium impedire poteſt, uti fit, quum tubi parietes cera, vel sebo imbuuntur: hæc enim corpora languidius agunt in aqueas particulas, quam illæ in seipsas.

145. Persæpe videmus duas guttas in plano quopiam lævigato poſitas, ac notabili intervallo disjunctas in unam confluere: quare colligimus longius extendi mutuam aquæ, quam vitri actionem. Quando ergo vitrum ſuſtentat guttam paulo majorem, non continentur omnia hujus puncta intra ejus actionem. Tota nihilominus gutta portatur: tum quia capax eſt vitrum onus totius ſuſtinendi; tum quia partes ultra intervallum actionis poſitæ firmiter cohærent cum ceteris intra illud conſtitutis.

Coroll. 1. Quodſi ergo diameter tubi superet duplum intervallum actionis ejusdem notabilis, vitri efficacitas attollet duntaxat tenuem quamdam laminam intra spatium ipſius virium poſitam; reliqua columna intra eam laminam, tanquam intra vaginam comprehensa, ascendit vi mutuæ cohærentiæ.

Coroll. 2. Quare cum vis iſta nonniſi unicam guttam queat suſtentare (142), maſſa

maſſa aquæ intra capillarem tubum ſublatæ nunquam ſuperat guttam ab imo tubi labro ſuſtentandam, id quod Mariottus, atque Bülffingerus experimentis eo conſilio inſtitutis deprehenderunt. Unde in aperto eſt, quare fluida in tubis amplioribus ultra libellam non eleventur: maſſa enim aſcendens vim cohærentiæ; & vitri efficientiam vinceret.

Coroll. 3. Aſcenſioni fluidi reſiſtit tum vis mutuæ cohærentiæ, tum vis gravitatis. Gutta enim in tubum ſubiens inſtar colliculi aſſurgere cogitur, ac avelli quodammodo a reliqua maſſa, contraque gravitatis ſuæ impetum tendere: hinc pars virium elevantium ſemper impendenda eſt vincendæ huic cohærentiæ, & gravitati.

146. Ad hanc fluidorum elationem tota interior tubi ſuperficies pedetentim concurrit. Si enim concipiamus eam tributam eſſe in annulos rotundos ejus latitudinis, ultra quam actio cujusvis notabilis non pertineat, primum annulus infimus fluidum ad ſeſe alliciet, tum ſecundus huic proximus, & ſic deinceps alii poſt alios. Cylinder tamen fluidi in diverſis altitudinibus ſpectatus ſola vi annuli ſupra ſummam ejus ſuperficiem conſtituti elevatur ultra libellam. Neque enim ea tubi pars, cui fluidum jam attractum incumbit, poteſt amplius quidquam attrahere, vel elevare; neque pars reliqua longius adhuc diſtans a fluido (140 cor.).

Coroll. 1. Tametſi fluidum ad ſecundum tubi

tubi annulum jam ſublatum a primo retrahatur, aſcendit tamen. Cum enim ambo hi annuli ſua ſibi fluida eripere æquis conatibus nitantur, mutuo ſeſe eliduut: atque adeo attractio tertii plenum effectum conſequitur.

Coroll. 2. Quoniam annuli omnes æquales, adeoque æquis viribus præditi concipiuntur, vis fluida attollens conſtanter eadem eſt.

147. Annulus ſuperior fluido elevato proximus ſuſtollit non tenuem modo eam fluidi laminam, quam contingit, ſed totum cylindrum tubo capillari contentum. Cum enim cylinder ille non ſuperet maſſam guttæ a fluidi cohærentia ſuſtentandæ (142), ſuſtentatur a vi, qua cohæret ſupremæ lamellæ: cum ergo lamellam illam annulus ſupremus portet, idem portabit totum cylindrum. Sic clavus portans magnetem portat etiam anchoram ferream vi cohærentiæ magneti unitam.

Coroll. 1. Fluido itaque gradatim aſcendente pondus attollendum creſcit, vis autem elevans conſtanter eadem eſt (præc. cor. 2): quare aſcenſio fit motu retardato, quæ tandem exſtincta omni velocitate ceſſat, ubi nempe pondus attollendum vim elevantem exæquat.

Coroll. 2. Ad quamcunque profunditatem tubus in eodem fluido mergatur, eadem ſemper futura eſt liquoris ultra libellam altitudo. Vis enim cujusvis annuli ſemper manet eadem, ac proinde

$= d$, cum diametri peripheriarum rationem habeant (442 Math.), deſignabit d ſummam partium, quibus annulus unusquisque conſtat: erit adeo vis integri annuli $= V d - v d$.

Coroll. 2. Et quoniam fluidum tamdiu ſcandit, dum ejus pondus p ſit $= V d - v d$ (præc. cor. 1.), pondus autem illuc eſt in ratione compoſita e ratione baſeos, ſeu duplicata diametri d (512 Math.), & ſimplici altitudinis a, ſeu $p = a d^2$, erit $a d^2 = V d - v d$, & hinc $a = \frac{V - v}{d}$; atqui $V - v$ eſt quantitas conſtans (146 cor. 2): ergo $a = \frac{1}{d}$, ſive altitudo fluidorum in tubis capillaribus eſt in ratione reciproca diametrorum.

Coroll. 3. Cum vis $V - v$ pro varietate fluidorum multimodis variari poſſit, patet non omnia fluida ad eandem evehi altitudinem.

Coroll. 4. Quia mercurii cohærentia vim vitri exſuperat (141), erit $V - v$, ac proinde etiam a (cor. 2) quantitas negativa: quare mercurius infra libellam deprimi debet ita, ut ejus humilitas ſit in ratione reciproca diametri tubi.

Scholion. Impoſito tubo mercurius urgetur ad aſcenſum tum ab attractione annuli vitrei proximi, tum a pondere co-

columnæ mercurii penes tubum poſitæ : adverſatur contra ejuſdem elationi cohærentia mercurii in ipſo tubi oſtio conſiſtentis, a quo aſſurgendo diſtrahitur; tam diu ergo ſolum movetur ſurſum, quam diu vis illa duplex hanc exſuperat. Quare cum ea elatione altitudo columnæ externæ prementis minuatur, tandem evenire neceſſe eſt, ut ſumma priorum virium exæquet poſteriorem, ceſſetque aſcenſio. Jam pondus externæ illius columnæ eſt $= a\,d^2$ (a ſcilicet deſignante altitudinem, qua columna illa ultra internam eminet, vel qua interna infra externam dehiſcit). Si ergo vis mercurii ponatur $=$ V, vis vitri $= v$, æquilibritas obtinebitur cum fuerit $a\,d^2 + v\,d = \mathrm{V}\,d$, & hinc $a = \frac{\mathrm{V} - v}{d} = \frac{1}{d}$.

149. Quantitas elevati fluidi respondet diametris, ac proinde major eſt in tubis amplioribus. Cum enim fluidum ſuſpendatur ope ſupremi annuli (147), quantitas ejuſdem respondere vi huic debet; hæc autem poſita tubi æquabilitate eſt ut ejuſdem diameter. Idem calculo demonſtratur. Sunt enim cylindri ut baſes, ſeu quadrata diametrorum (512 Math.) ducta in altitudines: ſi ergo diametri ſint D & d, altitudines A & a, quantitates fluidi Q & q, erit Q : q $=$ A D^2 : $a\,d^2$; atqui A : $a = d$: D (præc. cor. 2), ergo A D $= a\,d$, & hinc Q : q $=$ D : d.

Scho-

Scholion. Patet hinc quantitatem elevati fluidi calore, vel frigore non variari. Sed neque intereſt, an tubi parietes ante madefacti fuerint, nec ne: humor enim ille cavitati internæ velut accreſcens diametrum tubi notabili quantitate non decurtat. At in vetuſtis vitris magnopere intereſt humidi, an ſicci ſint: nam internis eorum lateribus fere adhæret cruſta quæpiam inſtar æruginis, quam aer progreſſu temporis inducit ſolvendo ſalia, e quibus vitra conſiunt, vel aliquid terreſtris materiæ, qua nunquam non refertus eſt, allinendo. Cruſta hæc vitri actionem impedit; detergitur autem, ſi ſpiritus vini ſugendo per tubos ſæpius trajiciatur. Quando ergo Sturmius generatim aſſerit aquam in madefactis tubis altius evehi, credibile eſt eum tubos non ſatis novos, aut non ſatis elutos ad capienda experimenta adhibuiſſe.

150. Si aqua in altitudine *c d* conſiſtente tubus A B (qui ante habebat ſitum B A) in Fig. 51 invertatur, deſcendet ea usque ad oſtium B, & explebit partem tubi B *e f*. Quamvis enim annuli A, & *c d* eadem vi gaudeant, & annulus *c d* in tubo recto totam aquam ſuſtentet, non tamen poterit eam inverſo tubo detinere, ſi ponderi aquæ vis nova accedat eam ad deſcenſum urgens: accedit autem vis annuli infra *c d* continenter poſiti, quæ eliſa non fuit: cum enim annulus proxime ſuperior trahat

hat aquam annulo *c d* incluſam verſus A, & annulus *c d* viciſſim aquam priore illlo contentam urgeat verſus B, vires eorum mutuo ſe impediunt: integer itaque manet vigor annuli infra *c d* poſiti.

Coroll. Si tubi inverſi portio B *c d* ſebo, vel cera obducatur, aqua infra *c d* non defluet, ſed ope annuli A suspensa hærebit. Sin autem sola portio B*ef* obducatur, defluet usque ad *ef* adfirmante ipsa experientia.

151. Si oſtium tubi infernum B in Fig. 52 contingens aquæ ſuperficiem tantum ſuſtollat, quantum portare poteſt; tum inclinetur, ut ſublata aqua aſcendat verſus oram ſuperiorem A, relinquatque aeri ſpatium liberum B*f*; tum rurſus altius demergatur in aquam, ea denuo ſubiens hærebit ad libellam externæ *c d*, prior autem pendebit in ſpatio *f e* ſupra bullam aeream *c f*. Ut enim cylinder B*cd* aſſurgat ultra libellam, imprimis vinci deberet ipſius pondus, tum attolli bulla aerea *cf*, & ope ejuſdem columna aquæ *f e*: atqui annulus *c d* tantam vim non habet, cum nequeat, ut ponimus, ſuſtentare plus, quam maſſam columnæ *f e* æqualem. Sed nec aqua *ef* poteſt defluere: quantam enim vim exerit annulus *f* ad eam detrahendam, ſubjectumque aerem deprimendum, tantam exerit annulus *c d* ad aquam B*cd*, adeoque ad aerem *cf* ſuſtollendum.

Co-

Coroll. 1. Si tamen columna *e f* major fuerit, quam ut a tubi annulo ſuſtentari queat, experientia teſte aqua *B c d* conſiſtet infra libellam: nam tunc aer intermedius ab aqua incumbente compreſſus columnam ſibi ſubjectam deprimit.

Coroll. 2. Sin autem quantitas aquæ *e f* minor fuerit, aqua B *c d* ſupra libellam eminebit: poterit enim tunc annulus *c d* augere ejus altitudinem aliquid aquæ ultra libellam elevando.

Coroll. 3. Summa ergo altitudinum *B c* + *f e* ſemper æquatur altitudini illi, ad quam in eodem tubo fluidum non interruptum aſcendere potuiſſet. Errant igitur, qui putant ea bullarum interjectione poſſe fluidi elevati quantitatem augeri.

152. Si tubus debita aquæ copia onuſtus leniter educatur, ſubſidet intra tubum; at facta penitus ſejunctione redibit rurſus ad conſuetam altitudinem. Eo quippe temporis articulo, quo tubi oſtium ſtagnantis ſuperficiem deſerere incipit, adhæreſcit eidem gutta inſtar coni cujuſdam augens columnæ tubo incluſæ pondus; facta vero plena ſejunctione conus ille abrumpitur.

Coroll. Phænomenon iſtuc eo fit notabilius, quo craſſiores fuerint tuborum parietes, majoreſque guttas adhærentes ſuſtentaverint: quo item celerius peragitur ea ſeparatio; nam etiam tunc amplior gutta adhæreſcit baſi.

153.

153. Quum tuborum diametri æquales ſunt, idem fluidum ad eandem in ſingulis pervenit altitudinem, tametſi longitudine multum diſcrepent. Fluida enim a ſolis annulis proximis ſuſtentatur (147); atqui vis annulorum easdem diametros habentium eadem eſt, utcunque differant tuborum longitudines.

Scholion. Contrarium sese obſervaſſe contendit Musſchenbroekius, ac proinde concludit vim attollentem per totam concavam tubi ſuperficiem eſſe diffuſam. Verum aut tubi, quibus uſus fuit, diametros non habebant æquales; aut certe non erant perfecte cylindrici: nam illa ejus obſervatio non quotidianis tantum experimentis, ſed etiam rationi adverſatur. Nam 1) fatetur ipse nullam eſſe conſtantem rationem inter fluidorum altitudines, & inter tuborum longitudines: unde rectius concluſiſſet obſervatos illos eventus cauſſæ cuidam adventitiæ eſſe aſſignandos. 2) Docet aquam in eadem ſupra libellam altitudine conſiſtere, ſive magis, ſive minus demergatur tubus, ſive etiam tangat ſolummodo ſtagnantis ſuperficiem; id autem fieri omnino non poſſet, ſi quidquam conferret tuborum longitudo, quæ ea demerſione utique minuitur. 3) Ipsæ tabellæ experimentorum, quas operose confecit, manifeſte docent fluidorum altitudines non semper variari mutata tuborum longitudine. 4) Actio vitri minimo sane intervallo definitur: quonam ergo pacto

aget

aget in aquam tota interna tuborum ſuperficies? 5) Adverſantur experimenta virorum hac in palæſtra non minus exercitatorum. Bülffingerus in Coment. Petrop. T. 2. contrarium aſſerit adverſus Sturmium. Weitbrechtii contra Muſſchenbroekium tale eſt teſtimonium: „ Ipse „ ego denique non ſemel, ſed vicibus „ multoties repetitis, cum tubis non a„ liquot pollices, ſed tres, & quatuor „ pedes longis tentamina feci, neque „ quidquam diſcriminis, obſervatis ne„ ceſſariis cautelis, deprehendi „. Recenſet deinde experimenta a ſe inſtituta. Nolletus quoque deprehendit ſluida non ſubſidere, tametſi de ſuperiore tubi parte fruſtum revellatur. Sed ne prolixior ſim, Segnerus T. 3. L. 3 Parerg. Götting. expoſitis 48 experimentis, quæ magna cura ipse inſtituerat, hunc in modum concludit. „ Nos id ex his omni„ bus concludimus, vim, qua aqua ele„ vatur in longiori tubo, majorem eſſe „ quam in eodem breviori, ex his expe„ rimentis plane colligi non poſſe: eſſe „ vero experimenta, quæ magna eviden„ tia oſtendere videantur non altius a„ ſcendere in longiori tubo aquam, quam „ in breviori ceteris omnibus manenti„ bus iisdem, neque adeo vim, quæ a„ quam elevat, pro mutata tubi longi„ tudine mutari „. Verum non unus hic eſt lapsus Musschenbroekii: idem ait in tubo leniter inclinato aquam a labro inferiori verſus extremum ſuperius ferri;

hæ-

hærere in medio, dum tubus horizontalis ſit: & tamen labrum illud aqua penitus non deſerit ante, quam aliud extremum infra ſitum horizontalem nonnihil depreſſum ſit.

154. Quælibet fluidi ſuſtollendi particula a pluribus annuli vitrei reſpondentis punctis trahitur in tubo anguſtiore, quam in laxiore. Magis enim curvatus eſt anguſtioris tubi annulus, parteſque habet magis convergentes, & ad radium attractionis, ſeu ad diſtantiam ſenſibilis attractionis propius accedentes: quare plures concurrunt ad trahendam fluidi particulam illic poſitam.

Coroll. 1. Hinc in tubo tenuiori velocius aſcendit aqua, cum & pondus ſublevandum minus ſit; & quævis particula validius urgeatur.

Coroll. 2. Si ergo gutta quæpiam a binis inæqualis diametri annulis trahatur, ſemper verſus anguſtiorem feretur, quemadmodum docet ipsa etiam experientia.

Coroll. 3. Unde quum ſpeculo horizontali gutta olei imponitur, eamque aliud ſpeculum ſenſim inclinantum attingit, movetur verſus juncturam eorundem impetu accelerato, nec ante ſiſtit, quam junctura ultra horizontalem lineam ſatis elevata ſit.

Coroll. 4. In tubo compoſito inæqualium diametrorum annulus anguſtior in majori altitudine suspendit aquam, quam annulus largior: licet enim largior majore

jore polleat vi abſoluta, alterius tamen efficacitas ad agendum magis expedita eſt, cum magis collecta ſit, & quamlibet aquæ particulam pluribus ſuis punctis attrahat.

Scholion. Theorema præſens etiam analytice demonſtrari poteſt. Sit in Fig. 53 ſemidiameter tubi $AC = a$, radius attractionis AB, ſeu diſtantia, in qua vitri actio notabilis eſt $= b$, fiantque huic æquales PT & Pt: ponatur intra ſphæram attractionis punctum P, ſitque $AP = x$, $AR = y$, erit $AT = \sqrt{(PT^2 - AP^2)} = \sqrt{(b^2 - x^2)}$ (433 Math.), $PR = x - y$, $Rt^2 = Pt^2 - PR^2 = b^2 - (x-y)^2$ (cit.) & hinc $Rt = \sqrt{(b^2 - (x-y)^2)}$. Eſt præterea $AR : Rt = Rt : RC + AC$ (420 Math.), quare $Rt^2 = (RC + AC) \times AR = (a - y + a) \times y = 2ay - y^2$, & $Rt = \sqrt{(2ay - y^2)}$: comparando jam inventos valores lineæ Rt, erit $\sqrt{(2ay - y^2)} = \sqrt{(b^2 - (x - y)^2)}$, ac tollendo utrinque ſignum radicale, & $x - y$ reapſe elevando ad quadratum erit $2ay - y^2 = b^2 - x^2 + 2xy - y^2$ (nempe quadratum de $x - y$ ſubtrahitur a b^2), adeoque $2ay - 2xy = b^2 - x^2$, & $y = \frac{b^2 - x^2}{2a - 2x}$.

Ad hæc $AR : At = At : 2AC$ (432 Math.), ſeu $y : At = At : 2a$; hinc $At^2 = 2ay$, pro y ponendo valorem ſu-

ſupra inventum erit $At^2 = \frac{2a(b^2 - x^2)}{2a - 2x} = \frac{a(b^2 - x)}{a - x}$. Sumantur jam duo tubuli capillares, amplioris radius ſit $= a$, anguſtioris $= \alpha$, erit chorda At in primo ad chordam At in ſecundo ut $\sqrt{\left(\frac{a(b^2 - x^2)}{a - x}\right)} : \sqrt{\left(\frac{\alpha(b^2 - x^2)}{\alpha - x}\right)}$, ſeu cum x diſtantia nempe puncti P ab utriusque tubuli parietibus ponatur eadem dividendo utrinque per $b^2 - x^2$ erit ut $\sqrt{\frac{a}{a - x}}$ $\sqrt{\frac{\alpha}{\alpha - x}}$, & quadrata erunt ut $\frac{a}{a - x} : \frac{\alpha}{\alpha - x} = a\alpha - ax : a\alpha - \alpha x$; cum ergo $a\alpha$ ſit $= \alpha a$, & ob $a > \alpha$ ſit $ax > \alpha x$, patet eſſe $\alpha a - \alpha x > a\alpha - ax$; hinc chorda, adeoque etiam arcus agens in particulam P major eſt in tubo anguſtiore. Quare in eandem fluidi particulam eodem intervallo diſtantem plura puncta correſpondentis annuli agunt in tubo anguſtiore, quam in laxiore.

155. In tubis erecti coni figuram referentibus tota interna ſuperficies cônfert non ad elevandum modo fluidum (146), ſed etiam ad ſuſtentandum. In tubis enim cylindricis idcirco ſolus annulus ſupre-

premus portat fluidum, quia inferiores annuli pari vi tam abſoluta, quam comparativa gaudentes actiones mutuas impediunt (cit. cor. 1): at in conicis annuli minores ſunt, ac proinde plus habent ſuperficiei, & virium comparativarum (præc.); non ergo omnis eorundem vis eliditur ab inferioribus; quare exceſſu ſuo fluidum ſuſtentare poſſunt.

Scholion. Sit in Fig. 54 tubus conicus ABCD, in quo ſublata ſit aqua ad altitudinem *b* B; vis annuli ſuperioris diametro BC reſpondentis revera plus non portat, quam columnam mediam B*bc*C; reliquam autem truncati hujus coni portionem, quæ generatur trianguli B A *b* circa cylindrum volutatione, vis alia quæpiam ſuſtinet. Obliquum enim tubi latus AB, cujus ope aqua elevatur, reſolvi poteſt in duo alia A *a*, & *a* B, quæ ſunt ut ſinus, & coſinus anguli BA*b*. Jam quum aſcenſio ad debitam altitudinem facta eſt, latus verticale A *a* = *b* B ſuo munere defunctum eſt, nec quidquam porro confert ad ſuſtentationem, ſed cylinder B *b* *c* C a ſolo annulo B C portatur. At latus horizontale A *b* = *a* B otioſum non manet, ſed baſim annularem A *b*, *c* D format, quæ = A D^2 — *b* c^2 (511 Math.); a qua reliqua aquæ maſſa ſuſtinetur. Cum autem inverſo tubo baſis illa annularis A *b*, *c* D, quæ ante deſcenſum aquæ impediebat, jam illius elationem moratur, portionemque ſpatio A B *b* compre-
hen-

henſam ad deſcenſum urget. Quare annulus ſuperior A D non modo maſſam coni truncati aquei A B C D ſuſpenſam tenere, ſed etiam vim annulorum *a* B, C *d* ſuperare debet: hoc eſt tantam vim exerere, ac ſi totus cylinder aqueus *a*AD*d* portandus foret.

Coroll. 1. Quamvis laxior tubi compoſiti pars nequeat ſuſtentare aquam ultra E in Fig. 55, ſi tamen usque in D impleatur, hærebit illic ſuſpenſa, modo pars tenuior ejusmodi ſit, ut eam attollere poſſet ad altitudinem B D. Quodſi tubus invertatur, conſiſtet aqua in altitudine F, ad quam ſuſpendi poſſet a tubo æquabili annuli F diametrum habente. Nimirum in erecto tubo annulus D portat cylindrum tenuem B D, reliquum ſuſtinetur a fornice C, & quibusdam annulis tubi A C, versus C formam coni habentis. Tubo autem inverſo partes G & D impediunt aquæ elationem: & quamvis maſſa aquæ ſpatio F G contentæ minor ſit, quam foret, ſi tubus craſſitudinem æquabilem F ubique obtineret, non tamen minus oneratur annulus F, parte D G ſua actione pondus, quod deeſt, compenſante.

Coroll. 2. Si altitudo infuſæ aquæ B E major fuerit, quam debeatur tubo largiori C B, hærebit aqua ſuſpenſa, modo labrum A tangatur digito madefacto ita, ut guttula in illud intret: id autem in vacuo nequaquam evenit; unde adparet hoc phænomenon a ſola vitri attractione

non

non provenire. Urgetur nimirum guttula ſubiens A D deorſum vi triplici; proprio videlicet pondere, atmoſphæræ preſſione, & annuli D attractione: quia vero tubulus AD formam coni habet, major eſt vis annuli A, quam annuli D (154), hinc guttam ſuspenſam tenet virium harum differentia. Sit igitur E F altitudo reſpondens annulo A, G F altitudo reſpondens annulo D, ac G H altitudo reſpondens annulo C, patet guttam A D poſſe attolli ad altitudinem E F — G F = E G: atqui annulus A non ſuſtentat illam, niſi in altitudine e. g. E I; habet ergo adhuc reliquam vim reſpondentem altitudini I G, qua elidit partem actionis atmoſphæræ prementis in A; quæ cum in B vi tota premat, tollitur æquilibritas, & columna B E vi tubi capillaris jam ſublata ad altitudinem GH, aſcendet inſuper intervallo G I, eritque tota ejus altitudo H G + G I = H I, cui ſi addatur E I altitudo guttæ AD, habebitur integra aquæ ſupra libellam altitudo H I + I E = H E, quæ eſt altitudo debita annulo A demta differentia altitudinum reſpondentium annulis D & C, cum ſcilicet annulus D exceſſu ſuo ſupra annulum C minuat altitudinem annulo A ceteroquin debitam.

Coroll. 3. Quodſi aqua aere probe depurgata fuerit, in majori hærebit altitudine. Nam tunc ejus partes redduntur ſibi viciniores, majorique ſuperficie ad-

ſtrictæ magis ſibi cohærent: propius item accedunt ad tubi parietes, atque adeo fortius attrahuntur.

Scholion. Hæc eadem cauſſa eſt, quæ mercurium interdum in altitudine 60, vel 70 dig. ſuspenſum tenet in tubis barometrorum. Audiamus Orlandum. „ „ Mercurius itaque, inquit, omni deſtitutus aere denſior procul dubio evadit, majoriſque adeo magnitudinis fiunt „ ejus contactus cum internis tubi parietibus, quibus propterea majori attractionis vi, quam antea, contingentes mercurii partes adhæreant neceſſe „ eſt: his vero partibus & aliæ a parietum contactu remotæ eadem attractionis vi conjunguntur, & adhærent, „ hiſque porro aliæ: Contenta igitur in „ tubulis mercurii columna non toto ſuo „ pondere æquilibrium cum atmoſphæra „ habet, ſed quæ ejus pars altitudinem „ 29 pollicum adæquat, ab atmoſphæra, „ reliqua vero abs internorum parietum „ contactu ſuſtinetur. Hinc nimirum, ſi „ ſuccutiendo tubum, vel interjectis aeris bullulis ad conſuetam 29 pollicum „ altitudinem ſtatim mercurius deſcendat: ita enim fit, ut prioribus contactibus vel ablatis, vel diminutis attractionis effectus tollatur, vel inſenſibilis evadat „. Arctiorem illum mercurii ad parietes acceſſum præter aeris abſentiam adjuvat ipſum ejus pondus. Leni ſuccuſſu forte ipſi quoque parietum

tre-

tremores nonnihil conferunt, ut adhærens mercurius avellatur, ac defluat.

156. Si capillaris tubus in ſiphonis formam flexus ſit in Fig. 56, cruraque longitudine, ac diametro utcunque differant, & aqua expleta ſint, quando differentia crurum E A vel æqualis, vel minor eſt ea altitudine, ad quam elevare poteſt aquam ille annulus, a quo avelli deberet aqua, ut effluat, non effluet: ſin autem E A major eſt illa altitudine, effluet. Nam annuli e. g. *b* attractio ascenſum columnæ *b* D, ac proinde exitum per A moratur, debetque vis ejus a pondere columnæ EA ſuperari. Quando ergo vis annuli *b* tanta eſt, ut columnam aqueam in altitudine E A ſuſtentare poſſit, nullus conſequitur motus; æquiponderant enim utrinque, præter atmoſphæram in crurum oſtia prementem, columnæ C E & D B; item columna E A, & vis annuli *b*. Nullus item fit motus, ſi columna E A viribus annuli *b* minor fuerit; imo producto crure B *β* aqua ad *β* deſcenderet, quia vis annuli *b* fortior eſt reſiſtentia columnæ A E; ergo eam attolleret, quod fieri haud poſſet, niſi aqua ad *β* deſcenderet. Sin autem crurum differentia altitudinem iſtam ſuperet, ita ut annuli *b* attractio tota conſumatur in ſuſtinenda columna e. g. E *a*, portio reliqua A *a* ſibi relicta proprio pondere deſcendit, & effluit: cumque ſemel effluxus cœperit, continuabitur, cum diſ-

crimen columnarum CA & Db ſemper augeatur.

Coroll. 1. Si oſtium cruris brevioris aquam in vaſe lambat, ea ſemper effluet per crus longius quæcunque fuerit crurum differentia. Tunc enim actio annuli b in columnam Db ceſſat, cum ab atmoſphæræ preſſione nova ſemper aqua ei ſuggeratur, nec quidquam præterea ſit, quod columnam EA a deſcenſu prohibeat.

Coroll. 2. Si vero cruris longioris labrum ad aquam adplicetur, non effluit per illud, niſi diſcrimen crurum majus fuerit altitudine annulo brevioris cruris conveniente: in hoc enim caſu attactus ille nullam adfert cauſſarum mutationem, ac effectus omnis dependet a mutuo niſu columnæ E A, & attractionis annuli cruris brevioris, quem aqua dereret, ſi per crus alterum efflueret.

Coroll. 3. Quum aqua effluit, ſemper per oſtium cruris longioris effluit, utriuſcunque labrum ſuperficiem ſtagnantis lambat. Pendet enim effluxus a prævalente columnarum differentia.

157. Si vacui ſiphonis capillaris crura ejuſdem diametri inæqualem habeant longitudinem, ſit autem crus, cujus labrum aquam attingit, brevius quam altitudo, ad quam ejus annuli aquam elevare poſſent, ea ſubiens totum ſiphonem explebit: quodſi crus alterum brevius ſit admoto, aqua quieſcet; ſi longius, effluet. Dum enim crus C A attingit aquam, quia

quia ex hypotheſi altitudo C A minor eſt altitudine annulis tubi debita, aſſurgit aqua usque ad C, & adhuc prævalente annulorum attractione tranſit ad D; cumque tota altitudo A C minor ſit viribus annulorum, a fortiori diſcrimen columnarum aquearum A C & B D minus eſt, quam pro viribus annuli D: deſcendit ergo aqua verſus B, quia annulis iisdem manentibus diſcrimen iſtud continenter decreſcit: poſtquam autem ſipho expletus eſt, cetera eveniunt, ut ante (præc.).

Coroll. Si diametri crurum inæquales fuerint, aqua in anguſtiore aſſurget quidem, at quum ad D pervenerit quieſcet, ſi columnarum differentia annulorum cruris amplioris vim ſuperaverit. Cum vero aqua per crus largius ſcandit, crus anguſtius penitus explebitur; cetera contingent, ut ante (cit.). Sed de his ſatis.

Scholion. Ex his, quæ hactenus attulimus, adhibita diligenti meditatione facile quisque eruet explicationes eorum, quæ Hauksbeyus, Jurinus, Dufayus, Muſchenbroekius in tubis capillaribus copioſe admodum experti ſunt. Mitto Gerdili tubulos ex auro conflatos; ſunt enim incerti omnino, & ambiguitatibus ſubjecti quamplurimis.

CAPUT IV.

De Fluidis e vaſe erumpentibus.

De celeritate, quantitate, & tempore fluidorum erumpentium.

158. Si preſſio aliqua ex parte ſublata ſit, fluidum continuo verſus eam movetur (128 cor. 3), eſtque ea preſſio paribus infra ſuperficiem intervallis eadem (cit. cor. 2): velocitas ergo erumpentis fluidi in iisdem infra ſuperficiem altitudinibus eadem, in diverſis diversa ſit oportet.

159. Fluidorum per æqualia foramina erumpentium velocitates ſunt ut eorundem quantitates intra idem tempus egreſsæ. Concipiamus enim duo fluidi fila intra idem tempus per bina æqualia foramina erumpentia: cum motus intra foramina ipsa ſpectari poſſit ut æquabilis, erunt celeritates uti filorum longitudines (Ontol. 185); atqui etiam quantitates fluidorum egressorum in eadem ratione ſunt, cum bases filorum, seu foramina ponantur æqualia (593 Math.): ſunt ergo velocitates ut illæ quantitates.

160.

160. Celeritates eædem ſunt in ratione ſubduplicata altitudinum, quam fluidum ſupra foramina obtinet. Cum enim vires fluidum exigentes ſint ipſæ gravitates foraminibus incumbentis fluidi, habent eæ rationem altudinum $A : a$. (cit. Math.). Quodſi ergo quantitates intra idem tempus erumpentes dicantur Q & q, celeritates C & c, erunt vires, quibus extruditur fluidum ut $Q \times C : q \times c = A : a$ (P. 1. 60. cor. 1), ſeu in locum $Q : q$ ſubſtituendo $C : c$ (præc.) $C^2 : c^2 = A : a$, & hinc $C : c = \sqrt{A} : \sqrt{a}$.

Coroll. 1. Sunt adeo etiam quantitates erumpentis fluidi in eadem illa ratione ſubduplicata (præc.).

Coroll. 2. Velocitas ergo fluidi egredientis tanta eſt, quantam labendo ex altitudine A acquireret (P. 1. 75. cor. 1), & cujus ope motu æquabili intra idem tempus duplum ſpatium conficeret (cit. cor. 2.).

Coroll. 3. Quoniam fluidorum preſſio in partem omnem æquabilis eſt (128 cor. 4) non refert, utrum in baſi, an in latere vaſis foramen ſit poſitum, modo altitudinis fluidi ſupra id eminentis ratio duntaxat habeatur.

161. Si altitudines fluidi in eodem, aut diverſis vaſis conſtanter æquales ſint, per diverſa utcunque foramina eadem celeritate proſilit. Si enim concipiatur foramen majus in plura minori æqualia dividi, per unumquodque illorum ea

exit velocitate, ac ſi per cetera nihil omnino flueret, cum impetus omnis a preſſione fluidi directe incumbentis pendeat (130 cor.); atqui in ſingulis illis majoris partibus ea eſt celeritas, quæ in minori foramine iisdem æquali (præc.): quare & in toto majori.

Coroll. Vaſa ergo cylindrica, vel priſmatica ejusdem baſis, & altitudinis tanto ſerius evacuantur, quanto minor eſt apertura fluido patefacta: ac tempora, intra quæ evacuantur, sunt in ratione reciproca foraminum f, hoc eſt $t = \frac{1}{f}$.

162. Eodem in caſu quantitates fluidi intra tempus idem egredientis sunt directe ut foramina. Perſpicuum enim eſt eodem tempore per æqualia foramina æqualem effundi quantitatem: ſi ergo foramen majus concipiatur, ut ante, dividi, per ſingulas ejus partes tantundem egreditur, quantum per minus alterum: sunt igitur quantitates effuſæ ut foramen minus ad ſummam partium majoris, ſeu ad ipſum totum, hoc eſt $q = f$.

Coroll. 1. Quodſi foramina etiam ſint æqualia, palam eſt effluentes quantitates eſſe directe ut tempora, ſeu $q = t$.

Coroll. 2. Concludi ergo univerſe poteſt quantitates fluidi erumpentis eſſe in ratione compoſita ex ſubduplicata altitudinum (160 cor. 1), foraminum, & temporum, id eſt $q = f t \sqrt{a}$: unde complura

plura ſponte derivari thoremata nemo non videt.

163. Si tam altitudines, quam foramina diverſa fuerint, celeritates prorumpentis fluidi erunt in ratione ſubduplicata altitudinum. Sint enim fluidorum in duobus vaſis altitudines A & *a*, foramina F & *f*, celeritates C & *c*; ſit præterea vas quoddam tertium, in quo altitudo fluidi ponatur A, foramen *f*, celeritas *x*, erit conferendo tertium cum ſecundo $x : c = \sqrt{A} : \sqrt{a}$ (160); atqui $x = C$ (161): ergo $C : c = \sqrt{A} : \sqrt{a}$.

Coroll. Generatim ergo concludi poteſt, velocitates fluidorum proſilientium ſemper eſſe in ratione ſubduplicata altitudinum.

164. Si duo vaſa cylindri, aut priſmatis formam referentia eandem altitudinem, & paria foramina habeant, tempora, intra quæ evacuantur, baſium rationem habent. In his enim vaſis propter æquales altitudines fluidi quantitates ſunt ut baſes, quæ ponantur eſſe e. g. ut 2 : 1; concipiantur amborum altitudines dividi in partes infinite parvas; quivis cylinder minimam ejusmodi altitudinem habens erit in vaſe majori duplus cylindri in minori reſpondentis: uterque vero de ſuo vaſe eadem celeritate effluit (160), & propter æqualia foramina quovis momento eadem utrobique quantitas egreditur; itaque eo tempore, quo minimus id genus cylinder ef-

ſluit de minori vaſe, e majore nonniſi dimidius exit, adeoque totus ad exeundum duplum tempus requirit; quod cum de quovis cylindrorum pari eadem plane ratione pateat, totum ſluidum e majore intra duplum tempus effluit: quare ea tempora baſium rationem habent. Eadem valet demonſtratio in vaſis priſmaticis.

Coroll. Cum velocitates ſluidi dehiſcentis decreſcant in ratione ſubduplicata altitudinum (præc.), celeritates autem gravium labentium eadem ratione accreſcant (P. 1. 75. cor. 1.), ſpatia a dehiſcente ſuperficie decurſa, ſeu quantitates ſluidi intra idem tempus erumpentes decreſcunt ut numeri impares ordine inverſo computati (P. 1. cit. cor. 5).

Scholion. Siquis inſtitutis experimentis iſta in examen vocare voluerit, diſcrepantiam in pleriſque deprehendet. Partes enim ſluidi penes foraminum latera prodeuntes tritum haud levem paſſæ retardantur; atque propter cohærentiam iis quoque, quæ per foraminis centrum libere proſiliunt, moram aliquam injiciunt; unde quantitas ſluidi dato tempore egrediens diſſentit ab ea, quam in ſuperioribus definivimus. Præterea ſluidum nonnihil oblique exprimitur a particulis ad latus circumquaque conſtitutis, & hinc ſilum effluens aliquo extra foramen intervallo attenuatur, nec habet accuratam cylindri formam; unde maſſa erumpens iterum diminuitur. Polenus

ex-

experimentis repetitis didicit, quantitatem prodeuntis fluidi, paribus ceteris, eſſe maximam, ſi tubus, per quem eruptio fit, coni figuram habeat. Alii præferunt laminam planam rotundo foramine pertuſam, ac tubo ubique æquabili impoſitam.

De fluidis ſalientibus.

165. Si fluidum ad perpendiculum proſilit, ſemotis impedimentis, ad eam aſſurgit altitudinem, in qua ſumma ejus ſuperficies intra vas conſiſtit. Celeritas enim, qua egreditur, tanta eſt, quantam a ſuperficie illa labendo acquireret (160. cor. 2); hæc autem capax eſt mobile ad eandem altitudinem attollendi (P. 1.75 cor.4).

Scholion. At multa iterum ſunt, præter ante memoratam partium cohærentiam, quæ non ſinant fluidum ad eandem eluctari altitudinem. Nam 1) cum velocitas in aſcenſu continenter minuatur, filum fluidi non eadem ubique fertur pernicitate; quare ſenſim diminuto impetu dilatatur, ac decurtatur. 2) Ipſa hæc dilatatio efficit, ut in obſtantem aerem majore ſuperficie incurrat, atque ita impediatur. Aer item etiam propterea filum illud retardat, quia complexu ſuo dilatationi ejus undique reſiſtit: hinc partes fluidi inſequentes plus de ſuo impetu deperdunt. 3) Guttæ ſupremæ amiſſo motu a conſequentibus quodammodo portantur, antequam ad latera

defluant, atque adeo velocitatem inferiorum diminuunt. Hinc primus fluidi ad perpendiculum proſilientis jactus altior solet eſſe ceteris: ſi vero ductus fili paululum inclinetur, altius aſcendit liquor, ſublata nempe illa guttarum antecedentium remora. 4) Demum accedit tritus intra tuborum, & epiſtomiorum anfractus, qui quidem eo solet eſſe vehementior, quo minus eſt foramen, & major fluidi celeritas. Quare augendum erit foramen, ſi jactus elatiores eſſe debeant; nec tamen eidem amplitudo ultra certos limites tribuenda.

166. Amplitudo horizontalis BI in Fig. 57, ad quam fluidum proſilit, eſt dupla ſemiordinatæ FG ad vaſis altitudinem tanquam circuli diametrum in loco foraminis adplicatæ. Eſt enim $4\,AF \times EB = BI^2$ (P. 1. 91), & $AF \times FB = FG^2$ (420 Math.): ergo $BI^2 = 4\,FG^2$, & hinc $BI = 2\,FG$.

Scholion. Idem hoc etiam modo demonſtratur. Intra tempus, quo grave ab F libere labendo usque ad B perveniret, fluidum æquabili motu, & ea, qua erumpit, velocitate percurreret ſpatium BI (P. 1. 92 cor. 3); eſt adeo quadratum temporis, quo ſpatium BI percurrit, ut FB (P. 1. 175), & quadratum celeritatis, qua proſilit, ut AF (160): ergo $AF \times FB$, ſeu FG^2 exprimit quadratum ſpatii percurſi BI, & hinc FG exprimit ſpatium ipsum BI, quod proinde ſequitur rationem ſemiordinatæ FG. Quare po-

poſito foramine in centro C, erit BH: CK = BI: GF, ſed BH = 2 AC (160 cor. 2) = 2 CK; ergo etiam BI = 2 FG, id quod de ſingulis amplitudinibus, & reſpondentibus ſemiordinatis eodem pacto oſtendi poteſt.

Coroll. 1. Cum ergo ſemiordinatarum omnium maxima illa ſit, quæ ex centro erigitur, perſpicuum eſt fluidum per foramen in centro conſtitutum ad maximam proſilire diſtantiam.

Coroll. 2. Si bina quæcunque foramina F & *f* a centro utrinque æqualiter diſtent, ſemiordinatæ FG & *fg* æquales erunt: quare eadem utroque in caſu futura eſt amplitudo fluidi.

Coroll. 3. Quia motus per ſpatium BI æquabilis eſt, erit ſpatium BI ut celeritas fluidi proſilientis, hoc eſt, in ratione ſubduplicata altitudinis AF (160).

Coroll. 4. Omne grave juxta horizontem vel oblique projectum, ſecluſis impedimentis, arcum deſcribit parabolicum (P. 1. 90): arcus ergo, quos fluidorum proſilientium fila conformant, parabolici ſunt. Unde pleraque theoremata, quæ de gravibus oblique projectis alibi tradidimus (P. 1. ſect. 3. c. 3), huc etiam poterunt accommodari.

Scholion. Eos tantum fluidorum de vaſis erumpentium motus hic paucis pro inſtituto perſequuti fuimus, qui a propria eorundem preſſione oriuntur; reliquos, qui a vi aeris elaſtica proficiſcuntur, facile quisque ex iis colliget, quæ

de

de atmosphæræ preſſione in sequentibus trademus. De fluidorum impeditionibus sententiam noſtram alias innuimus (P. 1. 30 & seq.).

CAPUT V.

De Undis in fluido excitatis.

Undarum ortus.

167. Si in superficie fluidi quiescentis foto quæpiam A in Fig. 58 imprimatur, atſalletur circumquaque fluidum in D & B, rursusque pondere suo dehiscet, & concepto impetu versus C & E novam foſſam imprimet, priore illa in A complanata. Fovea hujusmodi una cum illa, qua circumsepitur eminentia, *unda* adpellatur. Spatium vero A C vel D B, quo foſſæ, vel eminentiarum vertices inter se diſtant, undæ *latitudo* vocatur. Undarum hujusmodi genera duo sunt: aliæ nimirum excitantur in fluido non elaſtico, ut in aqua; aliæ in elaſtico, ut in aere.

Coroll. 1. Si unda paulo majorem habeat cum exigua elatione latitudnem, curva ABC cum ejusdem latitudine propemodum congruit.

Coroll. 2. Fluidum circa foveam impres-
sam

ſam undique attollitur, ac iterum conceptо e gravitate ſua impetu infra libellam demergitur: ergo in gyrum progredi neceſſe eſt, quod experiri in promtu eſt lapide in ſtagnantem aquam injecto.

Coroll. 3. Unda latitudinem ſuam percurrit, dum fovea A transfertur in C, vel cacumen D in B: id autem fieri nequit, niſi fluidum ab altitudine undarum deſcendens ad eandem rurſus eluctetur altitudinem.

Coroll. 4. Undæ mutua incurſione ſeſe non perturbant. Quamcunque enim formam ex earum conflictione induat fluidi ſuperficies, alterna illa depreſſio, & elatio locum in ea habere ex æquo poteſt.

Coroll. 5. Sæpe naſcuntur undæ etiam e tremulo corporis intra fluidum demerſi motu. Licet enim partes ejusmodi corporis per lineas rectas eant, redeantque, nihilominus fluidum ea agitatione elatum dehiſcendo foveam imprimit, ac circa eam in gyrum attollitur.

168. Unda objecto obſtaculo repercuſſa eandem citra illud habet velocitatem, ac figuram, quam eo ſublato ultra habuiſſet. Naſcatur enim in centro C in Fig. 59 unda quæpiam, directione CO impingens in obſtaculum AB. Exprimat ejusdem celeritatem recta CO, quæ concipiatur reſoluta in CA obſtaculo perpendicularem, & CD = AO eidem parallelam: patet undam ſola celeritate CA agere in obſtaculum, altera AO = OB in-

integra permanente. Quare particulæ fluidi in obſtaculum celeritate CA incurrentes, ac ab inſequentibus impulſæ penes obſtaculum accumulabuntur, rurſusque dehiſcendo eandem acquirent celeritatem, qua attollebantur, ac proinde reſilient celeritate OD=CA: cum enim gravia labentia eam acquirant celeritatem in fine lapſus, qua projecta aſcenderent ad eandem altitudinem, unde lapſa ſunt (P. 1. 75 cor. 1), celeritas relabentis undæ æquatur ei, qua attollebatur, ſeu impingebat; & hinc feretur motu compoſito OE ea plane ratione, qua ſubmoto obſtaculo iviſſet itinere O*e*: nimirum productis rectis CA & EO, erit CA=A*c*, & CO=O*c*=O*e*; item angulus COA=*c*OA, COD=EOD; adeoque unda verſus E eadem celeritate, & forma propagabitur, ac ſi e puncto *c* tanquam centro directe veniret. Eadem valet demonſtratio in omnia obſtaculi puncta.

Coroll. 1. Quodſi obſtaculum foramine pertuſum ſit, pars undæ per illud tranſiens novam undam generat, cujus centrum in foramine ipſo ſitum eſt. Particulæ enim foramen tranſgreſſæ ad latera ſenſim defluunt, ac dehiſcendo foveam ſua cinctam eminentia imprimunt.

Coroll. 2. Quando obſtaculum ad horizontem inclinatum eſt, ut ſunt plerumque fluminum ripæ, fluidum aſcendendo, ac ſubſidendo tritum patitur, & hinc unda non raro penitus exſtinguitur.

Scho-

Scholion. Explicato undarum ortu reliquum eſt, ut leges inveſtigemus, quibus alterni earundem motus peraguntur. Hunc autem in finem cum Newtono contemplabimur fluidum intra duos tubos communicantes alternis agitatum; quamvis enim undarum motus non per rectas lineas, sed per arcus peragatur, tamen hoc diſcrimen errorem in theoria non facit notabilem.

Earundem theoria.

169. Si fluidum in tubo quopiam incurvo BDE*b* in Fig. 60 agitetur alternis aſcendendo, ac dehiſcendo, oſcillationes omnes utcunque inæquales iſochronæ ſunt. Cum enim ea agitatione fluidum ex A dehiſcit in C, & in crure altero ex *a* aſcendit in *c*, ſi differentia altitudinum AD—*a* E=AD—CD=AC bifariam dividatur in B, maſſa movenda eſt totum fluidum tubo contentum; vis autem movens eſt pondus columnæ AC=2.AB, quod cum ſit ut volumen, & hoc ob conſtantem baſim ſit ut altitudo, erit vis ut 2 AB; ſeu cum ſimpla ſint ut dupla, erit ut AB; eſt autem AB ſpatium, quod percurrere debet fluidum, ut ad locum quietis B (131) perveniat: quare vis fluidum urgens eſt ut hoc ſpatium: unde omnes fluidi oſcillationes iſochronæ, ſeu æque diuturnæ ſunt (P. 1. 77 cor. 3).

170. Quo tempore fluidum in crure uno ſemel dehiſcit, & in altero attollitur,

tur, eodem pendulum habens dimidiam longitudinem fluidi intra tubum, hoc eſt $\frac{BD + DE + Eb}{2}$ conficit unam oſcillationem ex deſcenſu, & aſcenſu compoſitam: duas vero abſolvit oſcillationes interea, dum fluidum e. g. ab A digreſſum eodem redit. Oſcillet enim pendulum ejuſmodi in cycloide BC, erit AP = BN (P. 1. 82 cor. 5). Conſiſtat jam fluidum intra tubum in eo ſitu, ut ſit AB = PN, erit vis urgens ad maſſam movendam ut PN: AP = PN: BN; nam vis urgens erit cylinder AC, maſſa movenda cylinder BD + DE + E b, qui cum eandem habeant baſim, ſunt ut altitudines; ſeu pro BD + DE + E b ponendo 2 AP erit vis movens ad maſſam movendam ut AC: 2 AP = AB: AP, & pro AB ponendo PN, pro AP vero BN, erit ut PN: BN; atqui etiam vis, qua pondus P in quovis cycloidis puncto P urgetur, eſt ad vim in B urgentem, seu ad totum pondus P (cum in B directio curvæ horizonti perpendicularis ſit), ut PN: BN (P. 1. 83): quare fluidi, & penduli æqualia ſpatia AB, & PN decurrentium vires moventes ſunt, & pondera movenda; & hinc ſi fluidum, & pendulum principio quieſcunt, vires illæ movebunt eadem æqualiter, efficientque, ut motu alterno ſimul eant, & redeant.

Coroll. 1. Cum omnes fluidi oſcillationes iſochronæ ſint (præc.), theorema præſens ad omnes oſcillationes utcunque inæ-

inæquales pertinet; ad omnia item pendula in exiguis circulorum arcubus oscillantia (P. 1. 85.).

Coroll. 2. Dum unda latitudinem ſuam percurrit, fluidum ſemel aſſurgit, ſemelque dehiſcit (167 cor.): quare hic motus cum alterno illo intra tubum aſcenſu, & deſcenſu congruit. Hinc longitudo fluidi movendi eſt AB, vel AD in Fig. 58 correſpondens longitudini CD + DE + E*c* ſeu BD + DE + E*b* in Fig. 60.

Coroll. 3. Pendulum ergo, cujus longitudo eſt $= \frac{1}{2}$ AB, ſemel oſcillat interea, dum aſcendit fluidum, ac iterum ſemel dum deſcendit; hoc eſt, duas oſcillationes peragit eo tempore, quo unda latitudinem ſuam DB percurrit.

Coroll. 4. Quoniam numeri oſcillationum, quas pendula eodem tempore peragunt, ſunt in ratione reciproca ſubduplicata longitudinum (P. 1. 85 cor. 2), pendulum, cujus longitudo eſt DAB, ſeu quadrupla longitudinis $\frac{1}{2}$ AB, ſemel oſcillat interea, dum unda latitudinem ſuam percurrit.

Coroll. 5. In undis latioribus curva DAB cum recta DB, ſeu cum undæ latitudine fere congruit (167 cor.): igitur ejuſmodi unda latitudinem ſuam percurrit, quum pendulum ejuſdem longitudinis ſemel oſcillat.

171. Undarum velocitates ſunt in ratione ſubduplicata latitudinum. Sunt enim in ratione compoſita directa latitudinum, & reciproca temporum, quibus eas per

cur-

currunt (Ontol. 186); atqui tempora illa ſunt in ratione ſubduplicata longitudinis pendulorum interea ſemel oſcillantium (P. 1. 85 cor. 2), ſeu in ratione ſubduplicata latitudinum (præc. cor. 5): hinc velocitates undarum ſunt in ratione compoſita latitudinum, & reciproca ſubduplicata earundem, ſeu, ſi latitudines dicantur L & l, ut $\frac{L}{\surd L} : \frac{l}{\surd l} = \frac{\surd L \times \surd L}{\surd L} : \frac{\surd l \times \surd l}{\surd l} = \surd L : \surd l$.

Ortus undarum elaſtricarum.

172. Si fluidum elaſticum fuerit, paulo diverſus erit undarum ortus. Sint in Fig. 61 particulæ elaſticæ A, B, C &c. æquis intervallis in eadem recta poſitæ. Impellatur A verſus B; percurret ea minimum aliquod ſpatium finitum e. g. AF, antequam ejus efficacitas in B ſit notabilis: atque adeo particula B non dimovebitur, niſi cum particula A ſpatium AF jam confecerit: ſerius ergo incipiet particula B agere in C, quam A in B, & C adhuc ſerius in conſequentem, atque ita porro. Hinc intra tempus idem propius accedet A ad B, quam B ad C, citiusque deveniet ad locum D, in quo vis ei impreſſa vincatur a vi repellente particulæ B: quare regredi jam incipiet verſus locum priſtinum, particula B adhuc verſus C progrediente. Idem de ſingu-

gulis particulis B, C &c. eodem modo oſtenditur. Exſiſtet igitur in hisce particulis itus quidam hac lege, ut cum particula C, & reliquæ ſequentes ulterius progrediuntur, anteriores A & B jam revertantur, ac primum ſpatia inter A & D ſint compreſſa, tum ſpatia inter D B, prioribus illis interea laxatis.

Coroll. 1. Quoniam fluidi partes circumquaque diſtributæ ſunt, motum hujusmodi undarum in gyrum propagari, particulasque elaſticas itu, ac reditu ſuo ſpatium breviſſimum emetiri neceſſe eſt.

Coroll. 2. Alterna hæc fluidi agitatio conferri poteſt cum undis in aquæ ſuperficie excitatis. Nam condenſatio fluidi elaſtici respondet aquarum elationi, vis elaſtica earundem gravitati, partes maxime conſtipatæ partibus undarum altiſſimis. Quare pleraque undarum theoremata huc etiam licebit accommodare.

Earundem theoria.

173. Ut ergo adpareat lex, qua undæ hujusmodi reguntur, cogitemus impelli ſeriem particularum A, B, C &c. undamque perveniſſe inter particulas A & B, ita ut pars ejus dilatata obtineat ſpatium A D, pars compreſſa ſpatium D B: erit maxima fluidi coarctatio loco medio E inter D & B, & maxima dilatatio loco item medio F inter A & B, ac particulæ æquis utrinque intervallis poſitæ eandem, inæqualiter diſſitæ diverſam ſentient ex elaſticitate actionem.

Ad

Ad hæc preſſio inter A & F, item inter E & B conſpirabit cum undæ motu; preſſio contra inter F & E eidem adverſabitur, ac verſus A dirigetur; in punctis F & E, ubi mutatur actionum directio, nullus erit elaſticitatis effectus; at in locis A, D, & B futurus eſt maximus.

174. Quando particulæ inter D & B conſtitutæ continuant motum ſuum verſus C, jam eæ, quæ inter A & D verſantur, verſus A regrediuntur, donec actione elaſticitatis, cujus directio in F mutatur, motus exſtinguatur, & particula A priſtino ſitui reſtituta conquieſcat. Idem ſequenti momento accidet particulæ poſt A proximæ, B autem interea verſus C promovebitur: & quando particulæ omnes ſpatio AB contentæ ſitum priorem recuperant, unda latitudinem ſuam percurrit. Eſt autem cujusvis particulæ e. g. B euntis, ac redeuntis motus plane ſimilis motui penduli oſcillantis: nam ſicut penduli deſcendentis motus conſpirat cum gravitatis urgentis actione, ac proinde acceleratur; transgreſſo autem loco arcus infimo, ubi directio gravitatis mutatur, propter oppoſitionem retardatur, ac demum eliditur: ita particulæ B motus elaſticitate adjuvatur, donec ad ſitum *e* pervenerit; inde tametſi mutata ſit elaſticitatis directio, motus tamen continuabit, donec totus exſtinguatur, quod fit in puncto *d*; tum redit vi elaſticitatis, & accelera-

tur,

tur, donec reveniat ad punctum *e*, locum ſcilicet medium viæ percurrendæ; hinc redit motu retardato ad locum priſtinum B, ibique conquieſcit, ſi nulla vi externa denuo impellatur.

Coroll. Diligenter advertendum eſt ſpatio B *d* in itu particulæ B contineri partem undæ compreſſam; in reditu vero partem dilatatam.

175. Sed ut iſthæc motuum comparatio luculentius perſpici poſſit, fingamus gravitatis efficaciam in pendulo poſt integrum itum, & reditum prorſus evaneſcere, quemadmodum evaneſcit actio elaſticitatis in noſtris his particulis: jam undarum motus cum agitatione penduli perfecte conſentiet. Sicut in medio arcus a pendulo percurrendi puncto gravitatis actio nulla eſt, deinceps autem ejuſdem directio mutatur; ita in medio ſpatii a particula B percurrendi puncto actio elaſticitatis nulla eſt, mutaturque ejuſdem directio: & ſicut in pendulo quanto magis abeſt pondus oſcillans a puncto arcus medio, tanto eſt validior gravitatis actio; ita quo magis diſtat particula B a medio ſpatii percurrendi loco, eo major eſt elaſticitatis in eandem efficacitas.

Scholion. 1. Demonſtrabimus in ſequentibus elaſticitatis vim in particulis aeris eſſe in ratione reciproca diſtantiarum ab invicem. Ex hoc autem theoremate erui poteſt actionem elaſticitatis eſſe in ratione diſtantiæ a medio ſpatii percurrendi

pun-

Puncto, &, quod inde conſequitur, itum, ac reditum particularum aeris ea plane lege puragi, qua oscillationem in cycloide (P. 1. 83.). Demonſtratio paulo operoſior videri poteſt apud Newtonum L. 2. & in scholiis Graveſandi: nos tironum imbecillitati consulentes adnotabimus duntaxat conſectaria, quæ inde suapte fluunt. 1) Velocitas undæ cujusvis elaſticæ æquatur ei, quam corpus acquireret labendo e dimidia altitudine, quam haberet atmosphæra, ſi manente eadem aeris quantitate ad eam ubique denſitatem reduceretur, quæ eſt in loco, ubi unda gignitur: hinc perdurante hac atmosphæræ altitudine undæ omnes eadem feruntur celeritate. 2) Mutata hac altitudine mutantur in undis celeritatum quadrata in ratione earum altitudinum (P. 1. 75. cor. 1.). 3) Si elaſticitate perseverante denſitas atmosphæræ varietur, ubique tamen æquabilis ſit, altitudo eadem aeris quantitate manente, cujus preſſioni elaſticitas repsondet, mutatur in ratione spatii ab aere occupati, ac proinde in ratione inversa denſitatis: quare celeritatum quadrata in undis erunt in ratione reciproca denſitatum. 4) Si demum & denſitates, & elaſticitates differant, eadem quadrata habebunt rationem compoſitam e directa elaſticitatis, & reciproca denſitatis. Sed hæc attigisse satis ſit.

Scholion. 2. Undæ in eodem fluido elaſtico omnes æque veloces sunt, quæcunque

que fuerint fibrarum eas progignentium vibrationes. Nam ſi vabrationes fuerint isochronæ, res per sese patet ex hactenus disputatis: ſin autem heterochronæ fuerint, hunc in modum oſtenditur. Tempora vibrationum inæqualia concipiantur eſſe divisa utrinque in totidem tempuscula minima totis proportionalia: erunt numeri partium in undis compreſſarum ſingulis tempusculis diverſis iisdem tempusculis, ac proinde totis vibrationum temporibus proportionales; atqui in unaquaque vibratione totidem tempuscula aſſumſimus: ergo totus numerus partium undas ſingulas conſtituentium tempori vibrationis proportionalis eſt. Jam vero diſtantia, ad quam unda pervenit, semper numero partium respondet: unde ea diſtantia proportionalis eſt tempori vibrationis; eſt autem velocitas undæ ut ea diſtantia divisa per tempus, ac proinde conſtans.

CAPUT VI.

De solidis in fluido merſis.

De solidis specifice gravioribus.

176. Solidum specifice gravius fluido leviori impoſitum descendit. Si enim con-

cipiamus fluidum illud in columnas æquales diſtributum eſſe, columna e fluido, ac ſolido impoſito conſtans ceteris circumquaque poſitis preponderabit: ſolidum ergo dehiſcet, neque conquieſcet, niſi quum ad fundum devenerit, cum eadem dehiſcendi ratio semper præſto ſit, quocunque intra fluidum loco verſetur.

Coroll. 1. Cum ergo columna e fluido, & ſolido ſpecifice leviori conſtans levior ſit columnis fluidi circumquaque poſitis, ſolidum ejusmodi fluido impoſitum ad ſuperficiem extrudi neceſſe eſt.

Coroll. 2. Sin autem ſolidum, & fluidum eandem habuerint gravitatem ſpecificam, illud intra iſtud quocunque in loco conſtitutum perſiſtet.

177. Corpus ſpecifice gravius in fluido leviori demerſum tantum de pondere ſuo deperdit, quantum eſt fluidi pondus ſub eodem volumine. Nam in eo loco, quod nunc demerſum ſolidum occupat, aderat antea ejusdem voluminis fluidum, cujus totum pondus a reliquo fluido ſuſtentabatur: ergo ſubſtituto ſolido tantundem de ejus pondere ab iiſdem cauſſis ſuſtentabitur, quantum erat pondus fluidi inde expulſi: hac igitur parte ſolidi demerſi pondus veluti multabitur.

Coroll. 1. Fluidum ſpecifice gravius ſub eodem volumine majus pondus obtinet, quam fluidum ſpecifice levius (125): idem ergo ſolidum plus amittit ponderis in illo, quam in iſto: hinc corpora ejusdem

dem voluminis ad æquilibritatem in aere reducta eandem perdunt, ſi diverſæ gravitatis ſpecificæ fluidis immergantur.

Coroll. 2. Solidum in leviore fluido ea vi deſcendit, quæ reſpondet differentiæ ponderum ſub eodem volumine, hoc eſt differentiæ gravitatum ſpecificarum (125); eademque vis adhibenda eſt ad illud intra fluidum ſuſtentandum, vel attollendum.

Coroll. 3. Quoniam pondus fluidi, & ſolidi ſub eodem volumine eſt gravitas eorundem ſpecifica (cit.), in aperto eſt gravitatem ſpecificam fluidi eſſe ad gravitatem ſpecificam ſolidi, ut eſt pars ponderis a ſolido deperdita ad pondus ejus integrum: & gravitates ſpecificas quorumvis fluidorum eſſe inter ſe, ut ſunt partes ponderis ab eodem ſolido in iiſdem amiſſæ. Si ergo idem ſolidum diverſis fluidis ſenſim immergatur, palam fient rationes, quas gravitates eorum ſpecificæ obtinent.

Coroll. 4. Gravitates ſpecificæ corporum pondere æqualium ſunt reciproce ut volumina (126), partes autem ponderis in eodem fluido deperditæ ſunt directe ut volumina: gravitates ergo ſpecificæ corporum ſunt reciproce ut partes ponderis in eodem fluido ab iiſdem amiſſæ. Quare patet via, qua in gravitates ſpecificas ſolidorum corporum inquiri poſſit.

Scholion. 1. Veritas præſentis theorematis etiam experimento comprobari

poteſt. Fiant parvi duo cylindri cuprei, alter cavus, alter ſolidus prioris cavitatem perfecte explens: ſuſpendantur ambo de eodem bilancis brachio, ita ut ſolidus infra cavum de crine equino dependeat, & reducantur ad æquilibritatem adpenſis in altero brachio ponderibus. Admoveatur deinde aqua, ita, ut cylinder ſolidus intra eam totus demergatur; tolletur continuo æquilibritas, quæ reparabitur, ſi cylinder cavus aqua repleatur: unde perſpicuum eſt pondus aquæ cavitatem illam explentis, ſeu volumini cylindri ſolidi reſpondentis, æquale eſſe ponderi ab eodem intra aquam amiſſo. Ex his autem facile reddi poteſt ratio quorundam phænomenorum. 1) Si in vitreo quopiam cylindro ſpiritu vini expleto includatur idolum labore encauſtico conflatum, innatabit, ſi fuerit illo ſpiritu nonnihil ſpecifice levius; at ubi ſpiritus leniter calefactus dilatatur, idolum reddetur ſpecifice gravius, & ſubſidet. 2) Si idolum cavum, ac in pedis digito perforatum fluido ſpecifice graviori imponatur, lagenæque penitus expletæ labrum veſica obligetur, ea pollice compreſſa idolum continuo præcipitabitur, modo gravitatum ſpecificarum diſcrimen ſit perexiguum; hac enim compreſſione fluidum in ejus civitatem adigitur, fitque ſpecifice gravius: at ceſſante preſſione aer concluſus fluidum de cavitate expellit, atque ita ſpecifice levius redditur. Moderata preſſione ſimula-

lacrum quovis loco intra fluidum ſuſtineri, aut crebro repetita in gyrum agi poteſt. 3) Plerique piſces ope duplicis veſicæ aere refertæ videntur volumen ſui corporis per vices augere, & minuere, atque ita nunc mergi, nunc attolli in aqua. Certe rupta ea veſica nunquam attolluntur; nimium diducta in vacuo Boyleano mergi nequeunt. 4) Denique naves in medio mari innatantes ſæpe demerguntur in fluminum oſtiis, cum aqua dulcis ſpecifice levior ſit, quam marina ſale, aliisque referta corpuſculis.

Scholion. 2. Comparatio gravitatum ſpecificarum innumeras habet utilitates, quarum vel præcipua illa eſt, quod hac ratione deprehendi poſſit, quantum metallo cuipiam de quovis alio ſit admiſſum. Detur maſſa quædam pervetus, & quæratur, quantum ſtanni, & cupri ſingulatim in eo inſit. Avellatur de eadem fragmentum quoddam, & inveſtigetur ejus pondus in libero aere $= p$, & pars ponderis intra aquam amiſſa $= n$. Pondus admiſti cupri adpelletur y, admiſti ſtanni x. Sit pondus amiſſum in aqua a ſtanno ejusdem cum fragmento illo ponderis $= a$, & pondus amiſſum a cupro itidem ejusdem ponderis $= b$; fiant deinde hæ proportiones: ſtannum ſub pondere p amittit in aqua pondus a; ergo idem ſub pondere x amittet $\frac{ax}{p}$:

De ſolidis ſpecifice levioribus.

179. Solidum ſpecifice levius in fluido graviore tandiu mergitur, dum fluidi pondus ſub demerſæ partis volumine exæquet ſolidi totius pondus. Quum enim fluido id genus ſolidum imponitur, columna ſubjecta ea acceſſione ceteris circumquaque poſitis præponderat: quare cedentibus illis ſolidum ſubſidit: at poſtquam deſcenſu ſuo ex ea columna tantum fluidi expellit, quantum ipſi pondere æquale eſt, columna illa non amplius præponderat: ſolidum ergo jam ſuſtentatur.

Coroll. 1. Corporum idem pondus obtinentium gravitates ſpecificæ ſunt reciproce ut volumina (126); fluidorum autem pondere æqualium volumina ſunt ut partes ejuſdem ſolidi in iis demerſæ: igitur gravitates ſpecificæ fluidorum ſunt reciproce ut partes ejuſdem ſolidi in iis demerſæ. Hinc vero alia iterum exſiſtit methodus gravitates ſpecificas fluidorum inveſtigandi.

Coroll. 2. Quoniam volumen fluidi idem cum ſolido impoſito pondus habentis æquatur volumini partis demerſæ, gravitates autem ſpecificæ corporum idem pondus habentium ſunt reciproce ut volumina (cit.), gravitas ſpecifica ſolidi eſt ad gravitatem ſpecificam fluidi, in quo parte ſui mergitur, ut volumen partis immerſæ ad volumen totius ſolidi.

Co-

Coroll. 3. Æqualium ſolidorum partes in eodem fluido demerſæ ſunt ut expulſi fluidi gravitates, quæ æquantur gravitatibus abſolutis, adeoque etiam ſpecificis (125) ipſorum ſolidorum: ſunt ergo gravitates ſpecificæ ſolidorum ut partes in eodem fluido merſæ. Unde adparet gravitates ſpecificas corporum ſolidorum hoc etiam pacto indagari poſſe.

Coroll. 4. Quum ſolidum ſpecifice levius in fluido graviore penitus demergitur, ea vi nititur aſcendere, quæ reſpondet differentiæ ponderum fluidi, ac ſolidi ſub eodem volumine, ſeu differentiæ gravitatum ſpecificarum (cit.).

Scholion. 1. Theorema iſtuc confirmari poteſt hujuſmodi experimento. Sumatur vitrum cylindri forma præditum, ac ad baſim inferiorem epiſtomio inſtructum. Infundatur aqua explens duas tertias ejuſdem partes, ſigneturque ejus ſuperficies circumligato filo ſerico. Immittatur deinde globus cereus vaſis amplitudinem propemodum exæquans, qui undique circa ſe attollet aquam demerſæ ſuæ parti reſpondentem. Tum aperto epiſtomio ſinatur aqua in lancem tamdiu effluere, dum ſumma ejus ſuperficies ad filum ante alligatum deſcendat: tolletur hac ratione tantum aquæ, quantum a globo extruſum erat. Demum eximatur globus, & abſtergatur, imponaturque alteri libræ lanci; patebit idem prorſus eſſe aquæ extruſæ pondus, ac totius globi cerei.

Scholion. 2. Mira quædam occurrunt in globulis ligneis ſolidis, aut vitreis, vel metallicis cavis in aqua innatantibus, quorum explicatio e geminis hiſce fontibus repetenda eſt, quod nimirum aqua penes globulum aſſurgat, quemadmodum in tubis capillaribus: & quod globulus ſemper ad eum locum feratur, ubi aqua eſt elatior. Sunt autem phænomena ſequentia. 1) Impleatur poculum aqua prope ad labrum pertinente, ut formam induat concavam, eique imponatur globus vincens attractione ſua aquæ cohærentiam: aſſurget continuo circa eum aqua, & altius quidem ex parte parietis poculi, ſi globus inde dimidio digito non abfuerit: feretur ergo globus motu accelerato verſus eundem. 2) Si globulus circa centrum peripheriæ vaſis quieſcat, ac proxime admoto digito aqua tangatur, aſſurget illa continuo, eritque inter digitum, & globum elatior: quare accedet globus ad digitum. 3) Si aqua ultra poculi oram aſſurgens convexam habuerit ſuperficiem, globus a parietibus verſus medium tanquam locum ſublimiorem feretur. 4) Si digito prope ipſum contingatur aqua, eadem de cauſſa verſus eundem ibit. 5) Utroque in caſu contraria plerumque obtinebunt, ſi digitus primum ſebo, tum ſemine lycopodii imbuatur, ita ut aqua penes eum ſit depreſſior. Jucunda item exſiſtet varietas, ſi globus quoque ipſe eodem ſemine adſperſus ſit.

SE-

SECTIO III.

De iis, quæ ad Aquam, & Aerem pertinent.

CAPUT I.

De Aqua, ejuſdemque Vapore.

Aquæ indoles.

180. Siquis aquæ probe depurgatæ indolem attenta cogitatione perluſtraverit, inprimis animadvertet minimas ejusdem partes esse incredibili tenuitate, ut quæ adhibita externa violentia trajiciantur per quævis corpora, utcunque arcta coagmentatione devincta: esse deinde duriſſimas, ac metalla ipsa dirumpendi capaces. Ad figuram quod attinet, pervagata jam sententia eſt globosas esse tum quia id fluidis generatim convenire videtur (P. 1. 29); tum quia guttæ in sensum cadentes eam semper formam referunt; tum denique quia aqua admo-

dum lubrica eſt, nec ſenſuum organa moleſtia ulla afficit.

Utilitas.

Scholion. Dici non poteſt, qam late per naturam omnem pertineat hujus fluidi utilitas. Ut enim immunera alia prætermittam, 1) Potionem præbet animantibus omnibus ad tuendam vitam maxime idoneam 2.). Cibos ori ingeſtos diluit, diſſuit, ac ad nutrimentum aptos efficit, perque totum corpus mirabiliter diſtribuit. 3) Plantis ſubminiſtrat ſuccum, qui alimentum ad omnes earundem fibras devehat. 4) Naves mercibus onuſtas parvo impendio, maximo mortalium commodo deportat. 5) Fontes, ac fluvios ſuppeditat agendis machinis, atque adeo ſublevandæ hominum imbecillitati accommodatos. 6) Progenerat vapores, ac pluviam, quæ lapſu ſuo aerem depurgat, & ardentis ſolis æſtum temperat. Plura occurrent in ſequentibus.

Vires.

181. Aquam notabili aliqua compreſſione in anguſtius ſpatium cogi non poſſe compluribus, ſæpeque iteratis experimentis compertum eſt: unde perſpicue ſequitur particulas ejus hærere in confiniis arcus validiſſime repellentis, & axi pene ad perpendiculum occurrentis. Hinc undam ſtagnantem non ſine doloris ſenſu palmo ferimus; aſſerem eidem tanquam hypomochlio impoſitum nullo ne-

go-

gotio ſindimus; globum in ejus ſuperficiem oblique excuſſum complanamus; & plura generis ejuſdem.

182. Particulas aquæ mutuis viribus ſeſe attrahere alibi oſtendimus (140). Ineſt præterea in iiſdem vis quædam e ſimplicibus punctorum viribus compoſita, qua ſeſe ad certum ſitum diſponant, certosque ad juncturam angulos veluti affectent, id quod in glacie perſpicue adparebit. Atque hinc oritur violenta illa diductio, quam in duriſſimis corporibus humore imbutis experimur: ſinduntur enim muri, & ſaxa; funesque madefacti tanta vi intumeſcunt, ut pondera vaſtiſſima attollant, quemadmodum de obeliſcis hac ope erectis pervagatum eſt.

Scholion. Carteſiani potentiarum mechanicarum prædicatores, qui cuneolos primis mechanicæ dogmatis adverſantes deamant, opinantur humorem in corporum interjectus ab aere adigi, cum aqua etiam illuc ſubire poſſit, ubi aeri aditus interclusus eſt. At multis modis reprehenduntur: primum enim eadem plane eſt humorum efficacitas etiam in vacuo: deinde ſubductis calculis luculente patet atmoſphæræ preſſionem tam violentis diſtractionibus efficiendis parem non eſſe. Alii ad materiam ſubtilem tot portentorum effectricem confugiunt; ſed hi coguntur vel eam, quæ ceteroquin omnia pervadit liberrime, e meatibus illis excludere, in quos aqua penetrare poteſt;

vel

vel totam fluidorum ſtaticam funditus evertere. Sunt qui fermentationem neſcio quam comminiſcantur, quæ ab aqua, & particulis in iis meatibus incluſis oriatur; verum ariolari hoc quidem eſt, non philoſophari; nec ipsa, ſi haberetur fermentatio tanta, ſine viribus in particulis aquæ inſitis peragi poſſet.

183. Cum pleraque corpora, pinguibus exceptis, aqua humectentur, eam a pleriſque attrahi perspicuum eſt, imprimis autem a ſalibus, quæ diſſoluta æquabiliter diſtribuit, ac tenaciſſime retinet, ſicut in marinis aquis experimur. Solvit item corpora terrea acidis ante imbuta, olea plantarum attenuata, sapones, ſpiritus acidos &c. Imo ſi in quævis corpora valide adigatur, ſolvit plerumque nonnullas eorum partes, atque ita laxatis meatibus ſæpe facilius tranſit, quam aer ipſe ceteroquin ſubtilior.

Scholion. Aerem ab aqua abſorberi, & mordicus teneri nemo eſt qui ignoret. Conſtat generatim volumina aquæ, & incluſi aeris eſſe fere ut 30: 1. Quodſi ab aere probe depurgetur, ac in vacuo detineatur, non recuperat eam quantitatem, quam illic perdiderat, niſi transactis quinque, vel ſex diebus; & primis quidem tribus, aut quatuor ſorbet propemodum æquabiliter, deinceps autem multo lentius.

Impuritas.

184. Nunquam fere occurrit aqua ſine peregrinis, atque adventitiis corpuſculis.

lis. Satis depurgatam, ac proinde potioni peridoneam eſſe arbitramur, ſi pellucens fuerit, ſi colore, ſapore, ac odore omni deſtituta, ſi coquendis cibis, & ſaponi Veneto æquabiliter ſolvendo apta. Quodſi contineat ſalia, vel terream materiem, adfuſo oleo tartari per deliquium candorem lactis induit: injecta ſolutione argenti ope ſpiritus nitri diſſoluti turbatur, & colorem trahit. Si ferri, aut vitrioli fragmentis imbuta ſit, permiſta gallarum infuſione colore rufo, vel obſcuro violaceo tingitur.

Scholion. Permiſcetur autem plerumque eorum corporum particulis, quæ in ſuo curſu offendit, nimirum ſalibus, terra, vitriolo, metallis, ſulfure, ſapone &c. Si vehat corpuſcula terrea admodum ſubtilia, ſæpe maſſas ſibi impoſitas in lapidem vertit, aut ipſa etiam in lapidem abire videtur. Nota ſunt illa ex Ovidii Metamorphoſibus:

Flumen habent Cicones, quod potum ſaxea reddit
Viſcera, quod tactis inducit marmora rebus.

Item:

Victa racemifero lyncas dedit India Baccho,
E quibus, ut memorant, quidquid veſica remiſit,
Vertitur in lapides, & congelat aere tacto.
Sic & curalium, quo primum contigit auras
Tempore, durescit, mollis fuit herba ſub undis.

Corpuſcula enim illa tenuiſſima in corporum poros ſeſe penetrant, longaque digeſtione, & diuturna ignis ſubterranei actione conſumto ſulfure vincula partium

ſen-

ſenſim diffuunt, tum humore ſuperfluo in vapores abeunte concreſcunt. Eodem fere pacto ferrum aquæ impoſitum in cuprum vertitur. Si vero particulæ illæ peregrinæ non ſint ſatis tenues, cruſta duntaxat quædam conformatur in corporum injectorum ſuperficie, quemadmodum videmus in Valle dominorum ligna aquæ impoſita obduci candido vitriolo. Hinc etiam naſcuntur calculi, animalium teſtæ, oſſa, ſquamæ, lapidum, ac metallorum genera omnia: hinc omnis accretio plantarum, in quarum cineribus crebro deprehenduntur minuta ferri fragmenta, quæ cum ſucco nutritio intra earum fibras attolli inſtitutis experimentis probavit Le-Meryus.

Aquæ depurgandæ modi.

185. Depurgatur aqua his fere modis. 1) *Percolatione*, ſi nempe per arenam puram, lapides poroſos, aut ceram trajiciatur. Hac ope e ſalſis, & amaris oceani aquis fontes dulces obtinentur. 2) *Evaporatione*, qua ſublatas aquæ marinæ particulas nautæ ſpongiis, linteis, ac lana excipiunt, aptaſque potioni experiuntur. 3) *Præcipitatione*, quum ſcilicet admiſto diſſimili corpore peregrina corpuſcula ad fundum præcipitantur. 4) *Clarificatione*, ſeu admiſtione corporis glutinoſi e. g. lactis, butyri, albuminis ovi &c. quod ſordes omnes ad ſe attrahat. 5) Denique *Diſtillatione*, quæ

ſæ-

ſæpius iterata exhibet aquam omnium puriſſimam.

186. Quamvis aqua in minus spatium cogi nequeat, diduci tamen, atque explicari ejus volumen poteſt. Certe adhibito igne $\frac{1}{26}$ voluminis parte increscit, quum a ſtatu, in quo conglaciare incipit, tranſit ad ſtatum, in quo ebullit, ſimulque in vapores solvitur.

Cauſſæ vaporem in sublime tollentes.

Scholion. De cauſſa vapores in auras attollente multiplices reperio phyſicorum opiniones, quibus in examen vocandis otium mihi quidem non ſuppetit: illud extra dubitationem eſſe videtur, aerem vaporis elationi perquam eſſe necessarium; neque enim attollitur in vacuo, & in plena atmosphæra tanto gignitur copioſius, quanto magis agitatur aer lambens aquæ ſuperficiem: unde videmus terram pluviis madentem ventis citiſſime ſiccari. Præterea ignem requiri perspicuum eſt: universe enim eo major solet eſſe vaporum copia, quo violentior eſt ignis aquæ admotus; ſuntque innumera corpora, ut marcurius, gummi, reſina &c. quæ non abeunt in vapores, niſi vehementi igne urgeantur. Ipsæ demum aquæ particulæ ſic debent eſſe comparatæ, ut sese attolli patiantur; reſiſtunt enim pondere suo nativo, & cohærentia; quare minui utrumque neceſſe eſt, quod ſit earundem attenuatione, quæ in quibusdam corporibus obtineri nequit, niſi

niſi admiſtis ſalibus, aliisve menſtruis diſſolventibus.

187. Ignis cum attenuatis aquæ particulis cohærens effluit in aerem minore frigoris gradu præditum, atque ita vapores progenerat; aer autem ille eo igne imbutus nonnihil incaleſcit, atque adeo amiſſa æquilibritate a reliqua atmosphæra in ſublime propellitur, vaporesque ſecum evehit, qui cum valde attenuati ſint, aeris cohærentiam pondere ſuo ſuperare nequeunt, ſed in eo innatant, quemadmodum acus in aquam dextere impoſita. Ignem particulis aquæ oneratum fluere in loca frigidiora dubitari non poteſt: hinc ſudor ille in tabulis feneſtrarum hiberno tempore, aut in externis poculi frigida aqua repleti parietibus, qui non utique aliud eſt, quam vapor ab igne in loca frigida irruente relictus atque corporibus idioelectricis adhæreſcens: hinc flumina nocturno tempore, quum aer gelidus eſt, aut etiam priusquam conglaciare incipiant, tantam exhalant vaporum vim, ut fumare videantur.

Coroll. Vaporum in aere ſublatorum copiam augere poteſt etiam fluidum electricum, quo imbutæ aquæ particulæ ab igne jam reſolutæ in ſublime feruntur. Fieri enim poteſt, ut actione ignis ſubterranei ſubito ingens, vis ſulfuris, bituminis, aliorumque corporum idioelectricorum diſſolvatur, magnamque vaporum fluido electrico imbutorum copiam emit-

emittat, quæ ab eodem fluido verſus nubes negative electricas tendente in auras elevetur.

Scholion. 1. Qui vaporum elationem e ſolis hydroſtaticæ legibus repetunt, ajunt particulas aquæ ſpecifice leviores reddi aere, a quo extruduntur. At hoc defendi nulla ratione poteſt. Imprimis enim ſola attenuatione nequeunt ſpecifice leviores effici, ut quisque videt: quare neceſſe eſt, ut gravitate manente volumen earum creſcat, & quidem fere in ratione 1 : 1000, cum gravitates ſpecificæ aeris & aquæ ſint quam proxime ut 1 : 922. Jam id incrementum duplici ratione poſſet obtineri; nimirum vel explicatione fluidi cujuspiam in eas penetrantis; vel cohærentia, & quaſi concretione ignis, aerisve: atqui neutrum fieri facile oſtenditur. Primum enim fluidum illud guttas aqueas tanquam totidem veſicas extendens vel aer eſſet, vel ignis: at aer eſſe non poteſt; nam is calore ſolis, quo copioſi vapores generantur ultra $\frac{1}{7}$ ſui voluminis extendi nequit Hallejo obſervante, ac Nolletus comperit gradum caloris, quo ad $\frac{2}{3}$ increſcit, oſſibus emolliendis parem eſſe; & licet tantopere extenderetur, vapor continuo præcipitaretur, quam primum attactu aeris frigidioris comprimeretur. Deinde ignis inſinuare quidem ſeſe in guttas, easque diducere nonnihil poteſt, non tamen in iis ita accumulari ut molem conciliet millies majorem: quamprimum e-

nim

nim intra guttas plus ignis colligitur, quam in circumſitis ſpatiis, illico dilabitur in adſita corpora frigidiora. Ad hæc eodem igne magis extenditur aer, quam aqua, magisque minuitur gravitas ejusdem ſpecifica: hinc nequit hac ratione aqua effici ſpecifice levior. Quodſi vero guttulis extrinſecus accreſcat aer, manebunt eæ ſpecifice graviores, quemadmodum ante fuerunt, cum conſtent aere, & cruſta aquea: ſin autem accreſcat ignis, debet craſſitudo cruſtæ igneæ diametrum guttæ vicibus prope novem exſuperare, quod naturæ ignis in corpora frigidiora conſtanter dilabentis repugnat.

Tuba marina.

Scholion. 2. Occurrit hoc loco phænomenon peculiari dignum conſideratione. Sæpe comparet nubecula mari imminens, quæ ſeſe verſus mare extendit coni inſtar, cujus baſis nubi ipſi cohæret, cuſpis mare attingit; conum hunc nautæ propter figuræ ſimilitudinem *tubam marinam* vocant. Tubæ hujus adjuncta plerumque hæc ſunt. 1) In maris, cui imminet, ſuperficie adparet ſpecies quædam ebullitionis, adſurgente aqua inſtar tumuli ad duorum, pluriumve pedum altitudinem: tumulo huic incumbit ater, ac denſus fumus. Refertur in Trans. Angl. n. 229 tempeſtate quadam horribili deſæviente mare ad ingentem altitudinem ſilvæ inſtar aſſurrexiſſe. 2) In eo-

eodem loco ingens quoddam murmur exaudiri solet. 3) Comparet ea tuba fere iis menſibus, quibus tempeſtates deſævire solent, eamque præcedunt, aut sequuntur fulgura, imber, vel grando. 4) Motu rapidiſſimo in gyrum agitur., lateque spargit pluviam, & intus quaſi per cochleam præcipitat aquam. 5) Naves, quas deprehendit, diſcerpit, interdum ſuſtollit, ac eversas dejicit. Si per terram feratur, evellit arbores, evertit tecta, caminos &c. 6) Fere ultra horæ spatium non durat; plerumque subito attenuatur, ac disparet, sublatumque mare reſidet. 7) Nautæ ab hoc turbine sese expedire poſſe arbitrantur amputando, ut ajunt, caudam, seu præsentando eidem cultri cuspidem.

Phænomenon iſtud pendere a fluido electrico dubitari vix poteſt. Incumbat enim mari nubecula ſive poſitive, ſive negative vehementer electrica, ea vapores in atmosphæra sparsos ad sese rapiens subito increscet: tum vapores e mari copiose aſſurgentes catervatim accrescent nubi, ac densabuntur ita, ut nubes ad mare usque protensa videatur. Columna iſta vi electrica imbuta vicinos vapores ad se rapiet, unde orietur violenta aeris commotio, seu ventus columnam in gyrum agens; turbo vero expanſione fluidi electrici, & vento conſtrictus in imbrem solvetur, & cetera tubæ phænomena habebuntur. Imaginem ejusmodi tubæ exhibet Beccaria hunc in

dum. Catenæ electricæ adplicuit virgam ferream, cujus plano extremo adpendit guttam aqueam ſatis magnam, ac ſubjecit poculum aqua plenum ita, ut guttula diſtaret ab aquæ ſuperficie circiter uno pollice: tum circumacto machinæ electricæ globo vidit guttam inſtar parvæ tubæ prolongari; aquam ſubjectam in poculo attolli; admota acicula, aut contrectata catena electrica tubam decurtari, & diſparere.

188. Aqua in vapores verſa conatur vi incredibili ſeſe quaquaverſus explicare, uti experimur in Æolipyla, & Digeſtore Papini. Si gutta aquæ includatur in ſphærulam vitream aere exoneratam, ea in ignem impoſita majore violentia, ſtrepituque diſſilit, quam ſi tantundem nitrati pulveris incluſum eſſet. Stupenda ſane eſt in machinis noſtris Schemnitzenſibus vaporum efficacitas, immenſam aquarum vim in ſublime evehentium. Quodſi major aquæ maſſa ea, qua pulvis pyrius, celeritate poſſet in vapores redigi, haberet vires ſine comparatione ulla majores.

Quæ fontium origo?

189. E vaporibus intra ſinum terræ congeſtis fontes oriuntur, ac flumina. Conſtat enim aquas marinas per tortuoſos anfractus, cæcosque meatus in inſulas, terrasque continentes diſtribui, quæ calore ſubterraneo in vapores coactæ, ac in cavernas montibus ſubjectas evectæ,

ctæ, earumque fornicibus adhærescentes in guttas concreſcunt, & per cavernarum latera in ὑδροφυλακια confluunt, perque eorundem oſtia prorumpunt.

Scholion. Non equidem inficior poſſe fontes quosdam, cumprimis autem temporales illos, & per intervalla fluentes, a pluviis, nivibusque ſolutis originem ducere: at nego id universe defendi posse; jam enim diu contra Mariottum demonſtratum eſt aquas nivium, & pluviarum ne alendis quidem plantis ſufficere, ac ultra 18 dig. in tellurem haud inſinuari. Præclare ſane pertractavit hoc argumentum Kuhnius præmio Burdigalæ eam ob rem donatus; qui poſtquam copiose, atque erudite oſtendiſſet eſſe innumerabiles in mari voragines aquam evomentes, ac resorbentes, ſententiam ſuam §. 163 hisce verbis explicat. „Aqua marina a voraginibus maris in ipſis fretorum anguſtiis, aut prope littora maris reperiundis, aut perpetuo, aut per periodica temporum intervalla absorbetur, & in subterranea insulæ, aut terræ continentis defertur, atque per horum meatuum ramos, & ramusculos longe lateque usque infra tractus montosos, cavernosos, fiſtulosoſque diſtribuitur, dum interea in toto fere hoc itinere hæc aqua subterranea salsa, per calorem subterraneum fere ubique diſſeminatum, ad insenſibilem fere exhalationem diſponitur, vaporesque per loca fiſtuloſa, at-

„ atque cavernoſa, qua datur, in altio-
„ resque cavernas sub ipſis tandem tra-
„ ctibus montoſis ſitas ascendunt, caver-
„ narum fornicibus adhærent, ibidem in
„ guttulas aquæ dulcis confluunt, qua-
„ quaverſum versus latera fornicis de-
„ fluunt in ſtrata glareosa extrorsum de-
„ clivia, ex quibus in receptaculum ſa-
„ tis amplum, sed parum profundum,
„ aqua colligitur, & per hujus emiſſaria
„ paulo infra receptaculi libellam collo-
„ cata continuo erumpit, fontesque pe-
„ rennes ad radicem montis, aut jugi,
„ aut collis scaturientes efficit, dum in-
„ terea abundans receptaculi aqua per
„ alia emiſſaria, in ipsa receptaculi li-
„ bella aptata, ſtrata aquoſa vicina in-
„ greditur pro aquis putealibus, imo &
„ pro fontibus perennibus minus editis
„ alibi locorum conſtituendis, ut fontes
„ perennes eandem ad sensum aquæ
„ quantitatem æqualibus temporibus ef-
„ fundere poſſint. Quod dum contingit,
„ aqua subterranea, tanta aquæ dulcis
„ deceſſione per evapórationem effecta,
„ salsedinem, gravitatemque ſpecificam
„ acquirit marina majorem; & ex ra-
„ musculis tandem ad se invicem con-
„ vergentibus colligitur in ramos aqua-
„ rum, ex ramis in canales itidem ad
„ se invicem convergentes, donec salsu-
„ go mari adpropinquans aquam mari-
„ nam, etſi ad multo altiorem libellam
„ conſiſtentem loco pellit, & sub forma
„ euripi vomentis in mare exoneratur,

„ ut sorbitio voraginis sorbentis perennare, & evaporatio aquæ dulcis continuare poſſit, conſequenter fontes perennes, seu jugiter aquam dulcem præbentes obtineri queant.„

CAPUT II.

De Nebula, Nube, Pluvia, & Rore.

Unde nebula?

190. Nebula eſt congeſtus vaporum atmosphæram prope telluris superficiem opacantium. Oritur autem ea vaporum coacervatio plerumque a subita aeris refrigeratione: hinc vesperi plerumque nascitur, quum terra interdiu probe calefacta aer poſt occasum solis subito refrigeratur; tunc enim in gelidum aerem plurimi vapores e tellure effluunt: nec proinde mirum, ſi vere, ac autumno nebula ſit frequentior, dum scilicet caloris diurni, frigorisque vespertini majus eſt discrimen. Non raro tamen comparet etiam matutino tempore; nam solares radii citius calefaciunt aerem, quam vapores, qui idcirco versus tellurem defluunt. Maxima vero solet eſſe hibernis menſibus, quando gelida atmosphæra assurgentes vapores illico condensat, quod cer-

cernimus etiam in halitibus de ore animalium prorumpentibus.

191. Nebula spirante vento paulo vehementiore conſiſtere non poteſt; imo etiam aere tranquillo tamdiu duntaxat perſtat, dum vel ſolis radiis a tergo valide urgentibus præcipitetur; vel pervadente ſolis efficacia telluris facies magis incaleſcat, omnisque ea vaporum coacervatio surſum eluctetur.

192. Si nebula aqueis tantummodo particulis conſtet, nullum adfert valetudini detrimentum: at ſi noxiis exhalationibus referta ſit, ſatis, atque animantibus plurimum obeſſe ſolet. Perſpicuum autem eſt noxiis id genus corpuſculis vapores permiſtos eſſe; ſæpe enim nebula corrumpit ſiliginem: ſæpe diſpulſis vaporibus pellicula quædam rubeſcens, ac ſulfur antimonii referens viſitur in aquarum ſuperficie.

Unde nubes?

193. *Nubes* eſt nebula altius inter atmoſphæram elata: e nebulis enim in ſublime eluctantibus, nubem generari in comperto eſt. Si quando verſamur in altiſſimis montium nube contectorum jugis, nube tanquam nebula circumfundimur, nec quidquam aliud deprehendimus. Magis tamen opacæ, magisque candidæ adparent nubes: nam cum nebulis undique obſepti ſumus, lucem non percipimus niſi per eaſdem trajectam, atque adeo valde hebetatam: at quum extra eas conſiſti-

ſiſtimus, copioſi radii e nube reflexi in oculos ſubeunt, eamque opacant. Adde vapores in ſublimi ab aere rariore minus æquabiliter ſolvi, ac diſtribui; & ex inæquabili illa diſtributione opacitatem exſiſtere. Diversæ figuræ, ac directiones nubium potiſſimum pendent a fluido electrico vapores varie uniente.

194. Quod ad altitudinem nubium attinet, conſtat eam ultra cacumina montium altiſſimorum, qualis eſt Picus in Teneriffa, vix pertinere; eorum enim vertices plerumque extra nubes eminent, nullisque irrigantur pluviis. Neque eadem nubium omnium eſt altitudo, sed ſtrata alia aliis elatiora, ac motibus contrariis agitata persæpe observantur. Sed & figuram, magnitudinemque admodum inſtabilem habent, id quod in vaporibus inſtar fumi in atmosphæra fluctuantibus evenire neceſſe eſt.

Scholion. Credi vix poteſt, quanta in nos redundent e nubibus emolumenta. Ut enim prætermittam alia, 1) quum ventis in diversas plagas impelluntur, irrigant eas etiam telluris partes, quæ fluminum procurſione fæcundari haud poſſunt. 2) Arcent ſolis radios, qui ardore nimio plantas exurere, atque animantibus nocere poſſent. 3) Sæpe ventos generant libere undequaque ſpirantes, quorum inſignis utilitas patebit in ſequentibus.

Unde pluvia?

195. Cum vapores nubium ſenſim concreſcunt, inque notabiles guttas abeunt, ac ad tellurem recidunt, *pluvia* generatur. Quare pluviarum cauſſæ ſunt omnes illæ, quæ vaporum particulas cogunt, & ad ſeſe accedere compellunt; ſi enim eæ propiores fiant, ſeſe continuo attrahunt, & in guttas minimas concreſcunt; quæ in ſuo lapſu cum aliis, in quas infra ſe offendunt, conſociatæ augentur. Hinc pluviæ ab inferiori nubium regione venientes minoribus conſtant guttulis. Peculiares autem pluviarum cauſſæ ſunt: 1) Si halitus calidi e tellure aſſurgentes, aut vento de tepidis regionibus ſpirante advecti aerem ſubito rarefaciant. Sane experimur in recipiente, in quo ope antliæ aer explicatur, vapores inſtar nebulæ præcipitari. 2) Si ventus e ſublimi ſpirans nubem comprimat, ac deorſum verſus urgeat, 3) aut ſi eandem contra montium eminentias impellat, & condenſet: unde fere crebriores ſunt in locis montoſis imbres. Idem efficiunt venti adverſa fronte concurrentes, nubemque interjectam conſtringentes. 4) Si denique venti de regionibus maritimis ſpirantes copioſos vapores agglomerent. Huc adde particulas heterogeneas e tellure ſublatas, quæ permiſtæ guttulis aqueis efficiunt, ut eæ ad ſeſe accedant, & uniantur: adde item fluidum electricum,

cu-

cujus actione vapores accumulari, multiſque modis concreſcere in guttulas poſſunt.

196. Quoniam vapores pro diverſa regionum indole diverſis exhalationibus terreſtribus miſcentur, neceſſe eſt etiam concreſcentes pluviarum guttas iisdem refertas eſſe, ac proinde lapſu imbrium atmoſphæram veluti depurgari. Cumque vaporibus nunquam non admiſta ſint plantarum ſemina, & minuta inſectorum ova, mirum utique videri non debet, ſi hæc videamus in aqua pluvia ſtagnante generari.

Scholion. Ex his non erit difficile ſententiam ferre de prodigioſis illis pluviis, quas Livius, aliique commemorant. Lapides, quibus pluiſſe interdum accepimus, admodum credibile eſt ab ignibus ſubterraneis fuiſſe in atmoſphæram ejectos, quemadmodum docet exortus inſulæ Santorini in Archipelago, ubi immani cum mugitu erupit e mari incredibilis ſaxorum copia, quorum fragmenta latiſſime ſparſa complurium intervallo milliarium reciderunt. Imaginem cinerum depluentium ſuggerit vel ardens Veſuvius. Sed portentoſæ hæ pluviæ plerumque in fabulas referendæ ſunt, niſi malis credere cum Avicenna vitulum aliquando de nube cecidiſſe. Profecto ranæ illæ pluentes in ædium tectis, vel canalibus minime reperiuntur, apertumque earum ventriculum ſatis oſtendit ciborum terreſtrium reliquias.

Unde ros?

197. *Ros* eſt vapor quidam tenuis aere tranquillo, ac noctu paululum refrigerato in plantis, aliisque corporibus in libera atmosphæra poſitis collectus. Tria ejus genera ſtatuit Muſſchenbroekius, putatque 1) alium de tellure in aerem effluere: 2) alium de atmosphæra relabi: 3) alium denique guttularum forma e plantis exsudari.

198. Ros de tellure hunc in modum naſcitur. Quum æſtivis menſibus radii ſolares terram directius feriunt, calor in eandem sese inſinuans diducit humorem, olea, ſalia, aliaque corpuſcula intra ejus ſinum compreſienſa, ac volatilia pedetentim efficit. Igniculi interdiu particulis iisdem quaſi irretiti, incipiunt veſpere sese explicare, & copiose effluere: vapores ergo in aerem refrigeratum delati condensantur, roremque efficiunt. Hinc ſi corpora reponantur in locis a ſole interdiu non colluſtratis, haud multum roris iisdem adhærebit.

Coroll. 1. Itaque ros hujus generis pro terrarum varietate diverſus eſt, & plerumque habet proprietates aquarum, & regionis, in qua generatur. Hinc fere refertus eſt diverſis ſalibus, oleo, ſulfure &c.

Coroll. 2. Quoniam plus vaporis ſuppeditant aquæ, quam terra, in locis humidis rorem denſiorem eſſe oportere nemo non videt. Hinc ros vix ullus depre-

prehenditur, ſi dies complures admodum ſicci præceſſerint. In promtu item eſt ratio, cur in vallibus, in quas humores copiose defluunt, major ſit roris abundantia.

Coroll. 3. Si vasa vitrea nocturno tempore in diverſis a terra altitudinibus gradatim collocentur, parte sua inferiori rorem recipiunt; & humiliora quidem citius, atque copioſius. Plurima enim vaporum effluentium pars prope telluris superficiem explicatur, nec multum in sublime evadit. Conf. Muſſch. & Du-Fay Monum. Acad. A. 1736.

199. Plantarum ros eſt sudor quidam ex vaſis earundem ardore diurno incalescentibus erumpens, & in guttas concrescens. Sudor iſte calore aeris diurno copiose effluit, & continenter diſſipatur: hinc plantæ teneriores languescunt interdiu: at cum noctu cingantur aere gelidiori, humor emanans non tantopere dispergitur, sed ſenſim colligitur, ſi tranquilla ſit atmosphæra, abitque in globulos.

Coroll. 1. Nihil adeo mirum, ſi roris hujus guttæ & copia, & magnitudine, & ſitu plurimum differant. Occupant interdum loca scapo proxima, ubi folia incipiunt, ut in caulibus, atque papaveribus: interdum foliorum margines, ac eminentias inſident, ut in naſturtio: interdum hærent in cuspidibus, aliisve partibus incredibili varietate, pendente a diverso ſtructuræ, & pororum modo.

Coroll. 2. Si campana vitrea planta contegatur, ne quis de atmoſphæra ros ad eam penetrare poſſit, adparebit nihilominus roſcida, quemadmodum ceteræ, idque etiam vento ſpirante.

Coroll. 3. Roris hujus natura pendet a diverſa plantarum indole. In aliis abundat ſalibus; in aliis oleo, ſulfure &c. Interdum conſtat dulci quodam ſucco, qui *mel*, aut ſi puriſſimus fuerit, *manna* adpellatur.

200. Datur quoque ros in corpora ex aere depluens. Vapores enim ſub occaſum ſolis elati continuo refrigerantur, ac proinde conſtipati nativo ſuo pondere delabi debent. Sane Muſſchenbroekius corpora ſupra tectum plumbeum aeri expoſita rore imbuta deprehendit, & eo quidem copioſiore, quo minus patebant vento. Reperit item rorem in fundo vaſis admodum anguſti, & 30 poll. profundi.

Coroll. Quia ros lentiſſime labitur, a parietibus expoſiti corporis oblique attrahitur, unde fit, ut inferior quoque ejus ſuperficies humore imbuatur, ſicuti videmus in poculis frigido liquore in calido loco impletis. Similiter nebula ex aere delapſa humectat corpora libera quaquaverſus.

Scholion. Diſſentit Dufayus a Muſſchenbroekio, putatque rorem omnem noctu e terra attolli, ac ope aeris tanquam vehiculi ſui, undique diffundi, atque ita corporibus adhærescere: inde autem ſenten-

tentiam ſuam confirmat, quod tabulis vitreis ſupra tectum plumbeum ad varias altitudines expoſitis, tantundem roris intra idem tempus deprehenderit in inferiori earundem ſuperficie, quantum in ſuperiore. At iſtuc, mea quidem opinione, ſententiam Muſſchenbroekii non evertit; ros enim lentiſſime delabens perpetua atmoſphæræ agitatione quodammodo fluctuat, hinc infernas etiam corporum ſuperficies imbuere poteſt, quemadmodum de nebula ſupra adnotavimus.

201. Non adhæret ros corporibus omnibus libere expoſitis: imo ab eodem corpore diverſis coloribus imbuto diverſa quantitate attrahitur. Conſtat utrumque accurate inſtitutis obſervationibus. Dufayus comperit rorem ad criſtallum omnium maxime adhæreſcere; ad metalla probe expolita ne guttam quidem adplicari; & ne quis exiſtimaret humorem de metallis cito diſſipari, confecit bina æqualia infundibula e ſtanno, & criſtallo, impoſuitque vaſculis anguſti colli, illud ſtanneo, hoc criſtallino; ac in iſto quidem rorem ſemper invenit, in illo nunquam.

Scholion. Phænomenon iſtuc ab electricitatis cauſſa pendere alibi adnotavimus (119 sch.). Id ut magis exploraret Dufayus, confecit e lamina alba infundibulum prioribus illis æquale, induxitque gummi in ſpiritu vini ſoluto, ac ſubjecit vaſculum eadem materia oblitum;

R 5 re-

reperit in eo rorem minori quantitate, quam in vasculo, quod erat subjectum criſtallino infundibulo. Simillima item duo criſtalla convexa, quibus horologiorum parvorum indices conteguntur, impoſuit alterum laminæ argentæ, alterum porcelanæ, & non modo quinque aut ſex vicibus minus erat roris in illo, ſed ſere tantum circa centrum hærebat, guttæque verſus margines minores erant, & margo intervallo quinque, aut ſex linearum ſiccus omnino deprehendebatur non aliter, quam ſi argentum rorem repuliſſet. Junxit præterea duarum laminarum prorſus æqualium acies, quarum altera erat cuprea perpolita, altera vitrea, ſemperque invenit hanc roſcidam, illam roris expertem: imo, cum earundem juncturæ laminas vitreas imponeret, pars laminæ vitreæ incumbens recepit rorem, quo ſemper carebat altera. Innumera eundem in finem pari cum eventu cepit experimenta, e quibus non obſcure ſequitur admirabilem hanc roris proprietatem ab eadem cauſſa proficiſci, a qua omnis pendet electricitas.

CA-

CAPUT III.

De Glacie, Nive, Grandine, & Pruina.

Unde glacies?

201. Dum aqua frigidiore atmosphæra cingitur, ignis inter ejusdem particulas fluens, ac mutuam illarum cohærentiam impediens copioſe effluit in aerem, quemadmodum aer ipse effluit ex aqua, ſi ea a preſſione atmosphæræ ope antliæ liberetur: id vero cum fit, partes aquæ ſibi quodammodo, viribusque mutuis relictæ validius sese attrahunt, & in corpus ſolidum coalescunt, quod *glacies* vulgo adpellatur.

Coroll. 1. Quidquid ergo hanc ignis effuſionem quoquo modo adjuvat, id aquæ concretionem accelerat, & contra. Hinc salia exitum igni patefaciendo; venti ſicci, ac gelidi frigidiorem aerem aquæ asſidue adplicando ad glaciem efficiendam plurimum conferunt. Si tamen ventus magnam aquæ ſuperficiem amplecti, atque agitare poſſit, impedit cohærentiam, ac proinde obſtat concretioni.

Coroll. 2. Fluida ſpiritibus plena, quorum cohærentiæ vel modica ignis copia officere poteſt, haud facile conglaciant.

Aquæ marinæ ſalibus, bitumine, aliorumque corpuſculorum interpoſitu a concretione impediuntur. In quibusdam fluidis res tota pendet a figura, & compoſitione minimarum partium cogitationi humanæ penitus inacceſſa.

Refelluntur argumenta Muſſchenbroekii.

Scholion. Putavit Krafftius cum Muſſchenbroekio glaciem ſola ignis diminutione confieri non poſſe, ſed opus præterea eſſe adventitiis quibusdam corpuſculis, lubricas aquæ particulas veluti figentibus, eſſeque ea generum diverſorum ſalia. At hæc eorum opinio a pleriſque hodie refellitur. Certe cum ſirupus violarum vitro probe obturato in glaciem vertitur, ſi id ejusmodi ſalium ope perageretur, deberent ea & admodum copioſa eſſe, & valde tenuia; deberent ſirupi colorem illibatum relinquere; quæ omnia pugnant cum natura ſalium. Deinde conſtat evidenti experientia ſalia fluidis inſperſa obſtare eorundem concretioni, & ſi quidem vehementi frigore congelaverint, glaciem ſuppeditare valde fragilem, interruptam, varias foliorum, fruticum, ac florum formas referentem. Sed nec argumenta, quibus utitur Muſſchenbroekius, magni ſunt ponderis. Nam 1) non negamus ſalia glaciei coagmentationem interdum adjuvare, quatenus corpora circa aquam poſita refrigerant, ignique exitum patefaciunt:

ciunt: at vero eadem in fluida ingredi, ac ſpiculis ſuis eorum particulas veluti configere, id quidem certe inficiamur. 2) Concedimus item aquam concreſcentem extendi, majuſque volumen acquirere, verum hoc longe alia ex cauſſa proficiſci paulo poſt oſtendemus. 3) Fatemur aquam ſæpe non congelare, tametſi mercurius in thermometro majus frigus oſtendat, quam requirat congelatio; ſæpe item glaciem perdurare etiam in minori frigore: at hoc non ſalium particulis, ſed naturæ caloris, ac frigoris aſſignandum eſt, quæ corpora non momento temporis, ſed ſenſim corripiunt, & quidem rariora, qualis eſt atmoſphæra, citius pervadunt, ac deſerunt, quam denſiora, qualis eſt aqua, & glacies. 4) Damus id quoque aquam de glacie ſoluta niſi diu ante ebullierit, non eſſe aptam coquendis thèe, aut caffè; ſed non propter ſalinas particulas, verum quia de aqua in glaciem abeunte expulſi fortaſſe ſunt ſpiritus quidam iis potionibus excoquendis idonei; aut certe ſecreti, magiſque collecti non perinde æquabiliter diſtribuuntur, ut ante, quemadmodum evenire cernimus in vino conglaciante. 5) Denique admittimus aquam in vaſe clauſo difficilius concreſcere: ſi enim aer frigidus continenter adfluat, aquaque agitata ei magis adplicetur, citius ignem ſuum amittit: unde flumina prope fundum, putei item non conglaciant; concretio ſemper in ſumma ſu-

per-

perficie initium capit: gelu intra terram ultra paucos pedes non penetrat.

203. Jam ipsa glaciei conformatio hunc in modum fit. Diminuta ignis copia coeunt in summa superficie particulæ aqueæ, & fila quædam rigida contexunt, lateribus vaſis plerumque sub angulo 60 gr. adplicata. Filis his accrescunt ſenſim vicinæ particulæ, & ſic prima veluti cruſta inducitur, cujus craſſitudo deinceps pedetentim augetur. Prima autem fila ex iis partibus coalescunt, quæ craſſiores sunt, majorique superficie ſibi obversæ; neque enim ullum in natura corpus eſt, quod perfectam habeat partium omnium æquabilitatem. Porro lateribus vaſis adhærent; tum quia ignis illinc primum effluit; tum quia aqua circa parietes adsurgente fila eidem innatantia ad loca superficiei elatiora propelluntur, ſicuti de globulis poculo impoſitis alibi explicavimus (179 sch. 2): hinc ſi vasorum latera sebo, vel cera imbuantur, fila natabunt in medio, quod tunc quoque animadvertitur, dum aqua ultra oram vaſis accumulata convexam habet superficiem.

Scholion. Haleſius exiſtimavit fluviorum glaciem in fundo eorundem confieri, atque inde avulsam ad superiora propelli. Deprehendit scilicet infra primam glaciei cruſtam fragmenta quædam imperfecta, plena terra, arena, plantarum foliis, aliisque sordibus. Verum hæc minime efficiunt, ut ei sententiæ calculum ad-

adjiciamus. Imprimis enim ſi fundus fluminum contis exploretur, nullum unquam glaciei veſtigium deprehenditur. Deinde fragmenta illa plerumque alterius coloris terram, arenamque continent, quam fundus eodem in loco, luculento utique indicio ea non de fundo attolli, ſed aliunde adfluere. Denique impura id genus fruſta nunquam reperiuntur, ubi glacies 5, aut 6 digitorum craſſitudinem obtinet. Quare ſordes illæ vel colliguntur in ripa ipſa, unde ejusmodi fragmenta revulſa ſunt; vel etiam in fundo ipſo, quum ſcilicet fruſta quædam infra ſuperiorem cruſtam fluere, arenamque radere coguntur propter aquæ humilitatem. Erudita eſt de hoc argumento Nolleti diſſertatio inſerta in Monum. Acad. Paris. A. 1743.

204. Quando particulæ aquæ concreſcendo ſibi valide adſtringuntur, aer e locis illis, in quibus cohærentia fit, expellitur, & in axe vaſis versus fundum colligitur. Si concretio lente peragatur, multum aeris ſenſim extricatur, & avolat: at ſi glacies repente coaleſcat, magna ejus copia irretitur, quæ collecta ſurſum eluctari nititur, mediamque glaciei cruſtam attollit, imo interdum rumpit etiam, ac ſecum rapiendo aquam colliculum quemdam in medio efficit. Sin autem ab aere aqua depurgata ſit, bulla in axe vix ulla percipitur.

205. Glacies in aquam impoſita innatat: unde perſpicue ſequitur, volumen

con-

congelantis aquæ increſcere. Incrementum iſtuc eſſe $\frac{1}{19}$ partem prioris voluminis compertum eſt. Jam vis hanc aquæ explicationem efficiens, quæcunque demum illa ſit, eſt pene incredibilis; vincit enim ipsam metallorum, ac lapidum cohærentiam: certe apud Florentinos Academicos dirupit ſphæram æneam, cujus vincula diſtrahi non poterant, niſi pondere 27720 librarum. Usuvenit autem id phænomenon etiam in aqua aere probe exspoliata, ut docent accuratiſſima Muſſchenbroekii, aliorumque experimenta, qui Hombergium ea in re corrigunt. Vim eandem obſervavit Reaumurius in ferro, bismutho, & antimonio, quæ concretione item validiſſime diducuntur.

Coroll. Ratio itaque in promtu eſt, cur gelu correpti fructus saporem nativum perdant, & putreſcant. Gelu enim ſuccus eorum ſecernitur, & aquoſæ partes in lamellas glaciales abeunt, quæ ſui explicatione vaſa organica dirumpunt, id quod in membris etiam animalium crebro evenit: neque reſtituuntur vigori priſtino, niſi admodum lente, ſenſimque resolvatur gelu, ut nimirum partes ſitum naturalem recuperare poſſint; nam ſi repente ſolvatur glacies, ante redditur humoribus fluiditas, quam partes convulsæ ſuis locis reſtitutæ ſint; hinc ſucci extra vaſa effuſi ſtagnant, & organa corrumpunt.

Scho-

Scholion. Hæc tanta glaciei ſeſe extendentis vis non poteſt adſignari aeri intra eam irretito, qui ſane notabili impetu non erumpit, ſi bullæ in glacie incluſæ acu perforentur. Hinc ad vim illam recurrendum eſt, quæ particulas aquæ ad certos angulos componit, quos tum in primis glaciei fibris, tum in floccis nivium, tum denique in ſuccis plantarum folia, & caudices generantium tam luculente cernimus. Ipſæ metallorum partes certam affectant poſitionem, quando concreſcunt; qua de re præclara eſt Reaumurii diſſertatio in Monum. Acad. Paris. A. 1724. Idem in ſalibus manifeſte adparet. Porro talis partium conformatio efficere utique debet, ut glaciei volumen diducatur. Et quia frigus nunquam eſt maximum, nunquam omnes aquæ partes vertuntur in glaciem, ſed adſunt ſemper complures ad angulos illos nondum compoſitæ: igitur increſcente frigore ſemper aliquæ ſitum illum conſequuntur, & hinc glaciei volumen augetur.

206. Glacies plerumque ad candorem accedit, minusque pellucet, quam aqua, unde conformata eſt. Nam incluſæ aeris bullæ innumerabiles faciunt in ea fiſſiones, filorumque abruptiones, & lamellarum inclinationes, unde multiplices reflexiones enaſci neceſſe eſt. Aqua ſpoliata aere multo magis æquabilem, magisque pellucentem ſuppeditat glaciem, ita ut ſi in formam lentis fundatur,

tur, ejus ope colligi poſſint solares radii, pulvisque pyrius inflammari, quemadmodum experimento ipso comprobavit Mairanus, cujus exſtat præclara de glacie diſſertatio.

*207. Vapores e glacie continenter effluere in comperto eſt. Si enim quoddam ejus fragmentum asperum, & angulosum aeri exponatur, poſt unum, binosve dies anguli abraduntur, & pondus diminuitur, idque eo citius, quo frigus ingruerit acrius. Imo, quod mirere, plus vaporis effundit glacies, quum vehementiſſime omnia conglaciant, quam aqua aere temperato; quia scilicet concreta aqua majori superficie adplicatur atmosphæræ.

208. Salibus aſperſis funditur glacies, & contabescit: ex quo pendet artificiosa glaciei conformatio. Si tenui vasculo ex alba lamina fabrefacto infundatur aqua, ac intra vas aliud paulo largius collocetur; spatium autem inter duo vasa interjectum glacie contrita, vel nive repleatur, eique sal marinum, vel spiritus nitri adfundatur, ac probe permisceatur, aqua etiam æſtate media conglaciabit, & promtius quidem, ſi ignis extrinsecus admoveatur. Idem autem præſtant etiam borax, vitriolum viride, sal Glauberianum, sacharum, sal nitri, sal tartari, calx, cineres lignorum viridium &c. cum primis autem salium spiritus. Nempe quum nix, aut glacies aquæ circumfusa solvitur, majore super-

ficie

ficie ad vas ſeſe adplicat, atque ita campum quodammodo igni aperit, qui ex aqua illuc continuo affluit, illaque in glaciem vertitur. Idcirco autem ignis tantopere effunditur, quia ea permiſtione nix & glacies vehementer refrigerantur.

Coroll. Fieri ergo poteſt, ut ſalia per atmoſphæram diffuſa & ſolvant, & efficiant glaciem. Efficiunt quidem certe in cavernis quibuſdam ſubterraneis, in quibus annoſæ glacies deprehenduntur.

Scholion. Salia glaciei admiſta eandem non refrigerant, niſi quatenus fundunt. Res eſt a Reaumurio, Nolleto, aliiſque extra dubitationem poſita. Glaciem probe comminutam redegit Reaumurius ad gradum frigoris 12 infra terminum congelationis, adfuditque ei ſalem marinum eodem frigore imbutum, ac inſtrumento valide refrigerato permiſcuit, nec fuſionem ullam advertit; ſed neque frigus quidquam increvit, ſtetitque ſpiritus vini in thermometro ad gradum 12, qui debebat ſubſidere ad gradum 15. Miſcuit item glaciem, & ſalem marinum reducta ad gradum frigoris 24, & hæſit ſpiritus vini in eodem gradu: at poſtquam ſuperfudit aquam ſale marino imbutam, & ad gradus 8, vel 9 refrigeratam, cœperunt illico confundi ſal, & glacies, deſcenditque ſpiritus vini ad gradum $17\frac{1}{2}$. Eodem pacto ope concretorum ſalium obtinuit frigus 22 gr. longe vero majus, quum ſalium ſpiritu uteretur.

Unde

Unde nix?

209. Dum vapores aquoſi de nube verſus terram feruntur, ſæpe in tenuiſſima fila glacialia vertuntur, quæ varie ſibi conſociata floccos quosdam candidos exhibent, quos *nives* adpellamus. Principio ſcilicet minuta quæpiam gutta concreſcit, cui inter labendum plures circumquaque jam induratæ radiorum inſtar adhæreſcunt, hisque aliæ, ita ut tametſi floccorum variæ ſint formæ, filorum tamen juncturæ plerumque fiant ſub angulo 60 gr. Anno hoc prope finem Decembris, cum frigus apud nos exæquaverat Pariſinum illud anni 1709, attente contemplatus ſum ſtellas in feneſtræ tabulis concreſcentes, quarum fila angulos 60 gr. ſatis accurate exhibebant.

Coroll. 1. Inferior atmosphæræ regio plerumque calidior eſt ſuperiore: quare nix per eam delabens interdum in pluviam ſolvitur, ningitque in ſummis montibus, dum pluit in locis humilioribus.

Coroll. 2. Nix admodum levis, ac ſæpe 24 vicibus aqua rarior eſt: hinc tametſi conſtet filis pellucentibus, quia tamen plurimum aeris intercipit, reflexiones facit innumerabiles, unde tum opacitas, tum candor exſiſtit, ſicut in aquarum ſpuma, & vitris in pulverem redactis.

Unde grando?

210. *Grando* naſcitur e vaporibus, qui pri-

primum in nives abeunt, deinde inter labendum aliis nondum induratis accreſcentibus augentur, & nonnihil funduntur; tum vero in glaciem abeunt; hinc ſæpe in media grandine nucleus nivem referens invenitur. Inter cadendum veſtitur grando repetitis id genus cruſtis glacialibus, unde plurimum increſcit. Non raro ventorum agitatione complura grana in unum coaleſcunt, maſſamque efformant admodum ponderoſam. Grando liquefacta ſuppeditat aquam fere omnium puriſſimam teſte Boerhaavio.

Coroll. 1. Quo ergo altiori ex nube cadit grando, eo major ſit oportet; hinc obſervante Scheuchzero in ſummis alpibus minora habet grana, quam in ſubjecta planitie.

Coroll. 2. Sæpe, antequam grando decidat, magnus in atmoſphæra exauditur ſtrepitus; quia ſcilicet grana concreta vento agitate colliduntur.

Unde pruina?

211. *Pruina* eſt ros frigore in glaciem, aut nivem verſus. Naſcitur interdum e nebula, aliove humore corporibus adhæreſcente in floccos nivibus ſimillimos abeunt, ut ſæpe videmus in ramis arborum, muris ædium, ac pilis animantium veluti caneſcentibus. Huc etiam referas vapores in feneſtrarum tabulis congelantes, halituſque pecudum frigore concreſcentes.

Coroll. 1. Sæpe videmus plantas, feſtu-

ſtucas, pontinum ſtrata pruina canescere, non item plateas, aut domorum tecta: ejusmodi enim corpora in telluris superficie eminentia, & liberiori aeri expoſita frigidiora sunt, quam terra, vel tecta, quæ calorem conceptum diutius fovere solent.

Coroll. 2. Quoniam in locis elatioribus minor eſt roris, humorumque copia, pruina quoque eſt illic infrequentior: hinc vites in collibus non raro intactæ manent, dum in locis planioribus decoquuntur.

CAPUT IV.

De Aere, & Atmosphæra.

212. Aerem corpus eſſe fluidum, pellucidum, ubique præsens, mira partium tenuitate præditum, solus ille in dubium vocare poteſt, qui ad explorandam ejus indolem nunquam animum ſtudiose attendit. At insunt in eodem aliæ quædam proprietates, quæ non perinde incurrunt in sensum, sed paulo diligentiori examine deteguntur. Quare de his nunc quidem sermonem inſtituemus.

312 Aerem a corporibus aliis attrahi jam alibi indicavimus (119), & vel ex

eo

eo perſpicuum eſt, quod non ſine magna difficultate avelli ab iisdem poſſit. Certe ſi in exhauſto recipiente aqua attente conſideretur, videbuntur bullæ aeris ex ea emergentes, quæ tanto plures sunt, majorique cum fervore erumpunt, quanto magis aqua calefacta fuerit: patebitque ſimul, bullas has intra eam non atmosphæræ pondere, sed vi cohærentiæ detineri; aliter enim sublato eo pondere omnis aer illico effluerer.

Vis aeris attrahens.

214. Sed & mutua particularum aeris inter se cohærentia luculentis experimentis demonſtrari poteſt. Quum salia, vel metalla suis menſtruis diſſolvuntur, plerumque videmus a fundo attolli bullas aeris onuſtas metalli, aut salium particulis, quæ suo pondere illas diducunt, inque formam oblongam cogunt neque tamen diſtrahere, ac partium vincula rumpere poſſunt. Videmus præterea segregata, ſibique relicta aeris corpuscula in figuram sphæræ componi, ac ſi duæ id genus sphæræ ſibi propius admoveantur, in unam subito coalescere. Videmus demum aerem per ea corpora libere non pervadere, per quæ fluida alia craſſiora transeunt: nam ſi tubus tenuis aqua plenus invertatur, aer per aquam non ascendit; at ſi tubus in ſpiritum vini immergatur, is filorum inſtar intra illam aſſurgit. Similiter per veſicam svillam ea parte, quæ interna eſt, facilius

tra-

trajicitur aqua, quam aer, uti & per corium, aut chartam.

Vis ejudem elaſtica.

215. Ineſt in aere vis elaſtica incredibilis, oſtenditurque experimentis vulgo jam pervagatis. Si veſica exiguam aeris portionem continens probe obligetur, intra recipiens evacuatum ſua explicatione attollet pondus plus quam 40 librarum. Si cuſpis ovi acu perforetur, apex autem pertuſus inſeratur poculo coni inverſi formam habenti, inque eo ſitu imponatur recipienti, quo magis evacuatur recipiens, eo magis explicabit ſeſe aer in ovo latens, ac albumen cum vitello extrudet, quæ admiſſus aer iterum in ovum ſubire coget. Ibidem poma rugoſa intumeſcunt, rugasque perdunt. Si patens campana vitrea directe in aquam demittatur, nunquam penitus explebitur; aer enim incluſus vi ſua elaſtica obſiſtet validiſſimis aquarum conatibus, uti videmus accidere in iis campanis, quibus inſidentes urinatores ad ſundum maris deſcendunt.

216. Vis autem elaſtica particularum aeris eſt in ratione reciproca diſtantiarum, quæ inter earundem centra intercedunt. Cogitemus enim duos cubos æquales A & B, inæquales aeris portiones continentes, ſitque illic diſtantia inter particularum centra $= m$, hic $= n$: erit numerus particularum aeris in latere uno

cu-

cubi A ad numerum earundem in latere homologo cubi B, ut reciproce $n : m$; quo enim minor eſt particularum diſtantia, eo major eſt in lineis æqualibus earumdem numerus: hinc in ſuperficiebus homologis cuborum erit numerus particularum ut $n^2 : m^2$, in cubis ipſis integris ut $n^3 : m^3$: quare denſitas aeris in cubo A eſt ad denſitatem in cubo B ut $n^3 : m^3$; ergo etiam (200) vis comprimens aerem in cubo A ad vim comprimentem in cubo B eſt ut $n^3 : m^3$: ergo & vires elaſticæ, utpote æquales viribus comprimentibus, exerentes ſeſe in quibusvis homologis cuborum planis ſunt ut $n^3 : m^3$; atqui eædem vires etiam ſunt in ratione compoſita ex ratione numeri particularum ea plana occupantium, & ex ratione vis ſingularum; atqui prior harum rationum componentium eſt $n^2 : m^2$: ergo poſterior debet eſſe $n : m$, ut ratio compoſita prodeat $n^3 : m^3$.

Coroll. 1. Nihil ergo intereſt, quæcunque demum ſit cauſſa aerem intra idem ſpatium coarctatum retinens; ſemper enim idem erit ſeſe explicandi conatus, eadem vis elaſtica. Hinc ubi conſtiterit aerem hunc noſtrum pondere totius atmoſphæræ comprimi, mirum videri minime debebit, ſi quæcunque parva ejusdem portio ſegregata, & vaſis cujusdam lateribus incluſa eandem exhibeat vim, quam tota atmoſphæra.

Coroll. 2. Vires elaſticæ particularum aerearum ad intervalla paulo majora non

pertinent. Eadem enim aeris denſitate vires non augentur, tametſi major ſit ejus quantitas: hinc particulæ in paulo remotiores non agunt.

217. Comprimi aer fere non poteſt, niſi in partem $\frac{1}{800}$ ſpatii ante occupati; poteſt contra ſic dilatari, ut ejus volumen increſcat vicibus plus quam 520000. Si condenſatus in ſclopo pneumatico, aliisve vaſis detineatur, etiam poſt annos complures eundem oſtendit elaſticitatis ſuæ vigorem. Quo magis coarctatur, eo majorem exhibet igne admoto elaſticitatem, eamque fere denſitati reſpondentem: hinc ſi in partem $\frac{1}{800}$ prioris ſpatii cogeretur, calore aquæ ebullientis animatus ſuſtentaret 29600 pollices mercurii, cum nunc eo calore ſuſtentet 37. Si ergo cogitemus ignem ſubterraneum vehementiſſimum aeri in terræ visceribus ſic condensato adplicari, orietur impetus vires omnes nobis cognitas longiſſime exſuperans, & par fundamentis montium, ac urbium valide concutiendis.

Scholion. Haleſius in tubo vitreo aerem naturalem adhibito frigore artificioso, & torculari ait ſe redegiſſe in partem $\frac{1}{1551}$ prioris ſpatii. Neque dubitandum eſt capacem eum eſſe etiam ulterioris compreſſionis, ſi modo vires ſatis magnæ, ac latera vaſorum firma in promptu eſſent.

218. Si in tubi incurvati ABCD in Fig. 49. crure breviori CD in D probe

ſigil-

ſigillato comprimatur aer ope mercurii per labrum alterius A ingeſti, experimento deprehendetur ſpatia, in quæ aer ſenſim cogitur, eſſe in ratione reciproca virium comprimentium. Cum itaque denſitas aeris ſit in ratione inversa voluminum: seu spatiorum occupatorum, patet vim comprimentem, atque adeo etiam elaſticam eidem denſitati directe respondere.

Neceſſitas.

219. Aer alendis plantis, & tuendæ vitæ animalium eſt omnino neceſſarius, qua de cauſſa a Tullio animabilis, ſpirabilisque natura adpellatur. Plantas in vacuo exarescere, animantia emori nemo ab inventa antlia pneumatica in dubium revocat. Imo ne in ſtagnante quidem, & quaſi obtorpescente aere vita diu propagari poteſt: calore enim naturali de corpore animantium ingens vaporum copia evehitur, quibus infectus aer ducendo ſpiritui, sanguinique per venas incitando ineptus efficitur. Inſuper moderatus caloris gradus, & denſitas adeſſe in aere debent, ut vita agi intra eundem poſſit, ſicuti oſtendunt experimenta a Musschenbroekio, aliisque phyſicis inſtituta, & satis experiuntur, qui versantur in regionibus ardore solis æſtuantibus, aut conſcendunt altisſimorum montium cacumina.

Scholion. Animalia in loco aere deſtituto duplici ex capite emoriuntur. Pri-

mum, quia pulmonibus aere carentibus incitatio sanguinis conſervari nequit, cum e dextro cordis ventriculo in ſiniſtrum sanguis tunc transfundi haud poſſit. Deinde quia vaſis, ac humoribus permiſtus aer magna contentione ſese explicando motus vitales impedit: unde plerumque intumescit eorum corpus. Quædam idcisco etiam intereunt, quod sugendo alimentum sumant, sugere autem in vacuo, aut nimis dilatato aere nequeant, ut patebit in sequentibus.

Impuritas.

220. Aerem peregrinis corpusculis nunquam non refertum eſſe, in confeſſo eſt. Exhalant enim omnium generum particulas plantæ, animalia, ſtagna, maria, omnia corpora, cumprimis autem calefacta. Certe corporis humani pondus interdum spatio horarum 24 tribus, quatuorve libris diminuitur. Vapores in aere latentes prodit sal tartari in loco patenti expoſitus, spongia item ejusdem salis spiritu imbuta; nam evadit ponderoſior. Huc adde varia hygroscopiorum genera, e contortis animalium inteſtinis parata, quæ sua converſione manifeſtant humorem, quem imbiberunt. Aer hic spirabilis telluri circumfusus, omni hac adventitiorum corpusculorum varietate imbutus, & ad altitudinem satis magnam elatus *atmosphæra* vocatur.

Scholion. Dubitatum a quibusdam fuit, utrum exſtet aer a vaporibus illis, & hali-

litibus omnino diverſus. Exſtare autem facile oſtenditur. Nam 1) aer vaſi inclusus etiam decurſu annorum complurium nullam plane subit mutationem: vapores contra refrigerati in guttas vasorum lateribus adhærescentes coguntur, vimque suam elaſticam deperdunt. 2) Aer ignem alimentis adplicando fovet; vapores, ac halitus eundem exſtinguunt, ut in carbonum fodinis, cellisque fervente vino repletis experimur. 3) Aer interspiratione hauſtus sanitatem conservat; exhalationes sæpe labefactant, ac interdum plane affligunt. Muschembroekius in vaporibus sulfuris pisces enectos narrat: aves, colubrum, ranas, limaces in halitibus paſtæ.

Gravitas.

221. Innumerabilia sunt experimenta, quæ aeris gravitatem, & vim in subjecta corpora luculente oſtendant. Pauca pro inſtituto commemorabimus. 1) Si cylindro cavo ex auricalco parato, utrinque patenti orbis vitreus tenuis imponatur, ac ad margines adpoſito annulo e corio aeri aditus intercludatur, de cylindro autem ipso ope antliæ educatur, vitrum magno cum ſtrepitu diſſilit. Idem evenit lagenis tenuibus, quæ planis lateribus terminantur, ſi aer de illis exhauriatur. Sublata nimirum aeris externi, ac interni æquilibritate, ille prævalet, fortiusque premit.

2) Si collo vitrei recipientis imponatur

tur orbis ligeneus ſatis craſſus, ita ut ad limbos aer aditu arceatur; tum aqua orbi ſuperfundatur, & recipiens ope antliæ exhauriatur, illico aqua omnis pondere atmoſphæræ adacta pluviæ inſtar per ligni meatus trajicitur. Idem eventus erit, ſi in locum ligni lapis non nimium denſus adhibeatur, aut craſſo bubali corio mercurius adfundatur. Quodſi recipiens aerem probe excludat, poſtquam exhauſtus eſt, catino valide adprimitur.

3) Si cujuſpiam ſiphonis crus brevius in aqua demergatur, ac per longioris labrum aer exſugatur, atmoſphæra ſuperficiei aquæ incumbens attollet eandem in crure breviore, quæ transgreſſa per alterum crus tamdiu effluet, quamdiu crus illud brevius intra aquam demerſum manet, modo ejus altitudo 32 pedibus minor ſit. Jucundius futurum eſt ſpectaculum, ſi crus longius intra brevius collocatum ſit, aut ſi communis eorum junctura fiat in vaſe vitreo campanæ formam habente, qui ſipho Anglicanus dicitur, fontemque exhibet ſalientem.

4) Denique aeris gravitatem loquuntur fontes omnes, e quibus aqua ejusdem preſſione in ſublime propellitur. Eandem ſuctiones omnes apertiſſime indicant: nam quum ſugimus, aliud reapſe non agimus, quam diducto pulmone aerem internum rariorem reddimus, ejusdemque cum externo æquilibritatem tollimus, qui proinde fluido incumbens illud ſurſum impellit. Hinc ſi ſyringæ labrum intra exhau-

hauſtum recipiens recondatur, embolus ejuſdem difficillime attollitur, nec quidquam aquæ aſcendentem ſequitur. Adde ad extremum & barometrum, ſeu tubum, ut vocant, Torricellianum, in quo mercurius hæret ſuſpenſus ad altitudinem circiter 28 digitorum, quæ tamen admodum mutabilis eſt pro varietate preſſionis atmoſphæræ: aere ſubmoto totus continuo mercurius decidit.

Refelluntur argumenta contraria.

Scholion. At ſunt nonnulla dubia in tironum gratiam explicanda. 1) Si aer preſſione ſua mercurium in barometro ſuſpenſum tenet, inde perfacili calculo eruitur, hominem intra atmoſphæram verſantem ſuſtinere pondus librarum plus quam 2000: quonam ergo pacto fit, ut vim hanc immanem ne ſentiamus quidem? Eadem nimirum noſtra conditio eſt, quæ piſcium ſub vaſtiſſima aquarum mole abſque ullo doloris ſenſu hærentium. Cum enim undique vi premamur æquabili, aerque membris noſtris incluſus pari efficacia reſiſtat externo, fit, ut actio omnis elidatur. Quod [illegible] atque ſeras [illegible] aeris preſſione liberes, ſenties profecto cum dolore pondus atmoſphæræ incumbentis. Æquabili preſſione actionem omnem elidi parabili experimento edoceri poteris. Immitte in veſicam aqua plenam ovum, aut bullam vitream valde fragilem, tum probe obli-

gatam veſicam ponderibus impoſitis comprime, videbis ovum, aut bullam integram perſiſtere. Deinde ſenſiones noſtræ omnes oriuntur a mutatione aliqua intra corpus orta, ad quam anima propter arctiſſimam cum eodem conſortionem advertat: atqui preſſio undique æquabilis nullam ejusmodi mutationem, nullam membrorum diſtortionem efficit.

2) At ſaltem campanas vitreas adeo imbecilles ſubmota interni aëris repugnantia is tantus impetus deberet comminuere. Ne id quidem; globoſa enim earundem ſuperficies mutua partium opera fornicis inſtar ſe ſuſtinet. Concipe campanam ab apice verſus baſim ſecari ad perpendiculum: quoniam interna ſuperficies minor eſt exteriore, ductis ad centrum curvaturæ radiis, palam eſt fornicem ejus conſtare minutis pyramidibus, aut truncatis conis bases minores centro obvertentibus, & hinc mutuis ſe viribus ſuſtentare.

3) Si mercurium in barometro pondus atmoſphæræ ſuſtinet, cur, qui tubum tem[illegible]geſtat, suspenſi mercurii gravitatota elidi deſiet [illegible]preſſione aeris gravitatem illam omnino non ſentit, ſed columnæ aereæ tubo imminentis pondus: cum enim columna mercurium ſuſtinens ab ejusdem pondere plane elidatur, columna tubo incumbens non habet momentum contrarium, atque adeo ſentiri debet: eſt vero ejus pondus par ponderi

sus-

ſuſpenſi mercurii; æquatur enim ponderi columnæ mercurium ſuſpenſum tenentis, & hoc ponderi ipſius mercurii.

4) Quando mercurii ſtagnantis major eſt ſuperficies, craſſior eidem imminet columna aerea; altius ergo deberet intra tubum efferri mercurius, quod adverſatur experimentis. Fateor columnam prementis aeris eſſe tunc craſſionem; quia tamen fluida premunt in ratione compoſita baſium, & altitudinum (130), altitudo autem cylindrorum aereorum omnium ad ſenſum eadem ſit, actio erit in ratione baſis, adeoque in eodem, vel æquali tubo ſemper eadem, utcunque augeatur ſtagnantis ſuperficies. Si vero tuborum diametri inæquales fuerint, inæqualis quoque futura eſt presſio, at ſimul etiam inæqualis mercurii ſuſpenſi reactio. Ceterum columnæ aeris, & mercurii poſſunt etiam conſiderari tanquam duo tubi communicantes heterogenea fluida continentes, in quibus liquorum altitudines ſunt reciproce ut gravitates eorundem ſpecificæ (132): hinc autem univerſe demonſtrari poteſt in barometris quibusvis, ſi alia abſint impedimenta, eandem oportere eſſe mercurii altitudinem. Sit enim ratio gravitatum ſpecificarum mercurii & aeris $m:n$, altitudo mercurii in uno barometro $= a$, in altero quocunque $= b$, altitudo communis columnarum aeris $= c$, erit $m: n = c: a$, & $m: n = c: b$; & hinc $a = b$.

5) Cur tantopere variatur mercurii intra tubum altitudo, atmoſphæræ pon-

dere, ut quidem videtur, nihil mutato? Nimirum cauſſæ variantes mercurii altitudinem variant eadem opera pondus atmosphæræ, uti patebit easdem expendenti. Augent igitur altitudinem venti gelidi aerem conſtipantes; venti adverso impetu eundem accumulantes; venti deorsum spirantes; copia vaporum per serenum aerem diſtributorum &c. Diminuunt venti aerem abripientes, maxime ſi calidi ſint; lapsus vaporum, dum scilicet atmosphæra iisdem liberatur; venti sursum spirantes; exhalationes calidæ in terræ motibus aerem veluti sublevantes. Quare quum ante pluvias plerumque subſidit mercurius, reapse pondus atmosphæræ diminuitur: aer enim per ventos, & exhalationes, quæ nives, aut pluvias nunquam non præcedunt, abripitur, ac rarefit.

6) Cum in locis editis minor deprehendatur mercurii altitudo, fierine poteſt, ut ope barometri atmosphæræ, aut montium altitudines definiantur? Arbitror neutrum poſſe: primum quia atmosphæra non eſt æqualiter ubique densa, nec in eodem etiam loco semper eadem gravitate prædita: deinde quia non omnia telluris loca, in quibus capiuntur experimenta, eandem habent a centro diſtantiam; hinc in locis editis minor, in humilioribus major atmosphæræ columna premit. Denique quia ob admiſtos vapores, & exhalationes vis elaſtica aeris non eſt conſtanter in ratione virium compri-

primentium. Pro montis cujuſpiam altitudine inveſtiganda hanc proportionem ſuggerit Scheuchzerus: ut eſt differentia logarithmorum datarum duarum altitudinum mercurii in loco quopiam edito, & alio humili ad differentiam altitudinum eorundem locorum, ita differentia logarithmorum altitudinum, quas habet mercurius in littore maris, & montis apice, ad montis ipſius altitudinem. Caſſini experimenta oſtendunt a littore maris ſenſim ascendendo descenſui mercurii per primam lineam respondere altitudinem ſupra libellam maris 10 hexap. & 1 ped. descenſui per ſecundam lineam rurſus respondere 10, 2, descenſui per tertiam 10, 3, & ita porro: at ultra altitudinem 54, 30 pedum pro 10 hexapedis 20 ſumendas eſſe. Verum hæc admodum ambigua ſunt.

222. Aer etiam purus, & ab adventitiis corpuſculis depurgatus præditus eſt gravitate. Nam ſi globus vitreus aere plenus probe ponderetur, deinde, quantum fieri poteſt, ope antliæ evacuetur, obſervabitur decrementum ponderis tanto majus, quanto capacior fuerit globus. Neque dici poteſt globo illi deceſſiſſe non pondus aeris, ſed vaporum, & exhalationum cum eodem pariter eductarum: nam quum aer educitur, plurimi vapores internæ globi ſuperficiei adhæreſcunt; craſſiores autem exhalationes fumi inſtar ad ejusdem fundum præcipitantur: quare pondus illud decedens ad-

ſignandum eſt aeri puro educto, nec niſi leviſſima quædam corpuſcula ſecum abripienti. Deinde vis aeris elaſtica non reſpondet plene ponderi comprimenti, ſed in locis editis ſæpe major eſt, quam pro ea ratione: ergo & illic admodum compreſſus eſt, non utique aliunde, quam ab incumbente aere ſuperiore, qui in maximis altitudinibus plurimum depurgatus eſt. Denique ſi aer ope cinerum clavellatorum, aliove modo a vaporibus purgetur, gravitas nihilominus in eo notabitur.

Scholion. Putavit Boerhaavius omne illud pondus, quod in aere deprehendimus, ſolis vaporibus, & corporum halitibus attribui poſſe. Cum enim ratio gravitatum ſpecificarum aeris, & aquæ quam proxime ſit ut 1: 850, patet totam eam gravitatem ſolis vaporibus poſſe adſignari, ſi modo vapores $\frac{1}{850}$ partem totius atmoſphæræ efficiant. Verum ipſi illi vapores plurimum ſane aeris continent, hinc partem illam $\frac{1}{850}$ atmoſphæræ non vapores ſoli, ſed aer cumprimis explet.

223. Gravitas ſpecifica aeris inveſtigari hunc in modum poteſt. Sumatur globus vitreus ampliſſimus, ac de jugo accuratæ bilancis ſuſpenſus demergatur intra aquam penitus additis ponderibus detrahentibus, atque ita redigatur ad plenam æquilibritatem. Educatur deinde ex eo aer, tum rurſus in aqua ad æquilibritatem reducatur: ponderis decremen-

mentum indicabit gravitatem aeris educti, cujus volumen hoc pacto detegetur. Invertatur intra aquam globus, ut ejus labrum reſpiciat fundum; aperto epiſtomio intrabit aqua tamdiu, donec aer in globo reliquus eandem cum aere priſtino, & cum atmosphæra denſitatem conſequatur: atque aqua hæc idem habebit volumen, quod aer eductus, cujus gravitas antea reperta eſt.

Scholion. Cum experientia compertum ſit, mercurium in barometro consueto atmosphæræ pondere attolli ad altitudinem 28 dig. patet ab eodem tantum premi unumquodque corpus, e. g. globum hunc terreſtrem, quantum premeretur a mercurio ad altitudinem 28 dig. undique æquabiliter circumfuso. Quare ſi cognito pondere mercurii sub certo volumine, & superficie globi terreſtris, vel alterius corporis, pondus illud circumfuſi mercurii inveſtigetur, reperietur pondus atmosphæræ ejusmodi corpori incumbentis.

CAPUT V.

De Vento, & Sono.

Quid ventus?

224. Ventus eſt flumen quoddam aeris e ſublata atmoſphæræ æquilibritate enaſcens. Ventus enim fit, ubi eſt agitando percitus aer, inquit Lucr. Hinc non aliter differt a ſtagnante aere, quam fluvius a lacu, de quo egreditur.

Coroll. Flumen hoc aereum tanta interdum fertur pernicitate, ut intra 1″ pedes Londinenses 66, aut etiam 81 emetiatur.

Ejusdem cauſſæ.

225. Quidquid æquilibritatem atmoſphæræ tollit, ventum efficit. Tollitur autem hæc æquilibritas. 1) Calore ſolis, aut incendiorum. 2) Actione ſolis & lunæ æſtum quemdam marino ſimilem in atmoſphæra efficiente. 3) A vaporibus magna alicubi copia accumulatis: hinc venti plerumque ſpirant a maribus. 4) A vaporibus intra atmoſphæram fermentantibus. 5) A repentino nubium de regione ſuperiori deſcenſu. 6) Ab halitibus e viſceribus telluris erumpentibus.

tibus. 7) Denique a variis fluidi electrici intra atmosphæram viciſſitudinibus.

Coroll. Hinc ventos experimur plerumque inſtabiles, ac nulla certa lege per atmosphæram vagantes.

Quotuplices venti?

226. Venti dividuntur primum in quatuor *cardinales*, seu e totidem primariis mundi plagis spirantes: tum in quatuor alios *collaterales* prioribus interjectos: demum inter binos quosuis tres alii intermedii collocantur, suntque conjunctim 32, quorum diversa apud autores occurrunt nomina.

227. Quibusdam in locis, ut in zona torrida, venti admodum conſtantes sunt; in aliis certa veluti periodo redeunt. Cauſſa horum ſine dubio solis ardor eſt aerem rarefaciens. Hinc sub æquatore quidem ventus ab oriente spirat; intra tropicos autem ad auſtrum, vel boream declinat. Venti periodici oriuntur vel e conſtantibus objectu montium, ac vallium varie determinatis: vel ab halitibus ſtato tempore erumpentibus: vel denique a resolutis nivibus.

Eorum utilitas.

Scholion. Venti quemadmodum suo impetu non parva interdum adferunt detrimenta, ita præclaras habent in vita communi utilitates. Nam 1) aerem noxiis vaporibus inquinatum depurgant, quo com-

commodo noſtra hæc urbs in primis fruitur, quæ aut ventosa, aut venenata proverbio dicitur. 2) Nimium solis ardorem temperant. 3) Pluviam, & plantarum semina circumferunt, atque salutariter diſtribuunt. 4) Naves, aliasque machinas incredibili sumtuum, & virium compendio agunt. Anemometra, seu inſtrumenta metiendo ventorum impetui deſtinata licebit apud scriptores paſſim legere: nos ad explanandam soni naturam gradum facimus, quæ arctiſſimam & ipsa habet cum aere conjunctionem.

Quot modis ſpectandus sonus?

228. Quum sonum, vel ſtrepitum quempiam exaudimus, perſpicuum eſt, nihil noſtræ huic perceptioni ſimile extra noſtram animam ineſſe in personante corpore; sed certas duntaxat in eo partium commotiones, & affectiones haberi posse, quæ ad mentis noſtræ sedem propagari debent, ut in ea soni perceptionem excitent. Quare tripliciter sonum conſiderabimus, nempe 1) ut eſt in corpore sonum edente, 2) ut eſt in vehiculo eundem propagante, 3) ut eſt in auditus organo. De sono, qualis in anima eſt, seu potius de ejus senſione jam in psychologia sermonem habuimus.

Sonus ut in sonante corpore.

229. Si nervus probe tensus, ac utrinque fixus ungue pervellatur, excurrit hinc, atque illinc in arcus agitatione cre-

creberrime repetita, quæ continuo ceſ-ſat, ſi nervus digito, vel alio quocunque ſolido corpore tangatur. Jam nervus in arcum curvari nequit, niſi producatur, & ea productione partes a sese nonnihil discedant; nec ſitui priſtino reſtitui, niſi eædem ad sese accedant: unde & totam chordam, & minimas ejusdem particulas alternis vibrationibus cieri neceſſe eſt.

Scholion. Idem in omnibus omnino corporibus sonum reddentibus obtinet, & luculenter adparet in campana vitrea, ſi inter duo fulcra parallela firmetur, quorum alterutrum pervadat cochlea, cujus cuspis perparum a campana diſtet; ea enim pulsata audictur fremitus quidam vitri in cochleæ cuspidem alternis incurrentis. Nimirum dum campana tunditur, zonæ ejus circulares, quibus conſtare concipitur, induunt alternatim duplicem figuram ellipticam, ita ut unius axis major jaceat in directione percuſſionis, alterius autem obtineat ſitum priori perpendicularem: hæc autem quum fiunt, particulas minimas alternis coarctari, & diduci neceſſe eſt.

[illegible] Sonus ut in sonante corpore re-nis corporis totius vibrat[illegible] ſitus in alter- [illegible] in tremore minimarum partium elaſticarum. Videmus enim crura compreſſæ fuscinæ, aut forcipis focariæ absque ullo notabili sono oscillare: cordæ item sonum ceſſare admoto corpore molli, tametſi non

ces-

ceſſent oſcillationes; eandem ſine sono agitari, ſi vibretur plectro sebo imbuto. Si tamen vibrationes integri corporis fuerint celerrimæ, sonum ab iis edi oſtendunt experimenta, quæ legi apud Krafftium poſſunt. Si vero corpus integrum vibretur, ita ut minimæ illius particulæ agitatione notabili contremiscant, sonum semper percipi in aperto eſt. Sic in memorata fuſcina, vel forcipe sonitus enascitur, ſi corporis duri attactu tremor in partibus minimis excitetur.

Scholion. Innumera ſuppetunt experimenta confirmandæ huic aſſertioni idonea. Pauca delibabimus. Si plectrum reſina exasperetur, ut nervi particulas ſeorſim impellere, & oſcillationes accelerare poſſit, contentio soni increscit: ſiſtitur autem contactu corporum mollium tremorem partium impedientium. Campanæ fiſſæ sonus hebescit; labra enim fiſſione divaricata, ac in ſese incurrentia idem efficiunt, quod corpus extrinsecus eidem adplicatum. Feſtucæ, vel pulveres corpori sonanti adfuſi tremorem minimarum partium agitatione sua manifeſte oſtendunt. Si labro poculi vitrei tenuis digitus madefactus adprimatur, & celerrime per limbum circumferetur, qui anus admod infusa nonnihil obtundetur, cum tremor partium hoc ipso elanguescat, nec jam tot intra idem tempus peragi poſſint vibrationes. Durante autem eo tinnitu creberrimæ undæ in aquæ su-

per-

perficie conſpicientur. Quemadmodum autem in ſolidis, ita in fluidis etiam elaſticis celerrima partium agitatio ſonum efficit, ut patet in fiſtulis, exploſionibus, flagellorum plauſibus &c.

Coroll. 1. Quoniam corpora elaſtica & concipiendis, & retinendis tremoribus aptiſſima ſunt, erunt quoque ad ſonum edendum imprimis idonea: quæ contra partibus conſtant mollibus, & flexibilibus, ſono fere deſtituuntur. Poſſunt nihilominus etiam hæc permiſtione ſic temperari, ut argute reſonent, quemadmodum fit, dum e ſtanno, cuproque confuſis campanæ parantur.

Coroll. 2. Corpora elaſtica ſpectari poſſunt tanquam e fibris minimis elaſticis coagmentata: quare ad hunc eorundem tremorem, ac proinde ad ſonum accommodari poſſunt omnia; quæ de fibrarum id genus vibratione alibi tradidimus (P. 1. 86 & ſeq.).

Coroll. 3. Quidquid hunc tremorem tollit, aut minuit, ſonum impedit. Hinc horologia nive obſita, tympana panno contecta, hebetantur. Hinc etiam eſt, quod inſtrumenta antiqua ſonum edant plerumque puriorem: in novis enim fibræ ſuccis adhuc plenæ ſunt, qui ſenſim diſſipantur, atque adeo fibræ magis extricantur, mobiliores redduntur, & concipiendo tremori aptiores. Facta quoque, ac rurſus refecta inſtrumenta argutius interdum ſonant, forte quia diruptæ fibræ breviores factæ ſunt.

Unde diverſi toni?

Coroll. * 4. E certo vibrationum intra idem tempus peractarum numero oritur quædam ſoni determinatio, quæ *tonus* adpellatur. Et ſane diverſa oſcillationum excurſio diverſam tantummodo reddit ſoni contentionem, tonum vero non mutat, ut patet in chorda, quæ ſi eodem modo tenſa maneat, tametſi validius adpreſſo plectro in latiores oſcillationes concitetur, ſonum fortiorem quidem, at tonum ſemper eundem reddet; ſin autem mutata tenſione, vel longitudine oſcillationum intra idem tempus numerus varietur, variabitur hoc ipſo tonus.

Coroll. 5. Quoniam celeritas vibrationum pendet a fibrarum longitudine, & craſſitudine, hæc autem modis prope infinitis variari poſſint, nemo non videt incredibilem eſſe tonorum varietatem; ii tamen, qui ſenſu percipi poſſunt, ſatis arcto limite continentur; nec enim advertimus gradus, per quos toni mutantur, niſi quum diſcrimen numerorum vibrationes intra idem tempus editas exprimentium jam ſatis notabile eſt, Certe chordas, quæ eodem tempore abſolvunt vibrationes 200, 201, 202, 203 pro monotonis habemus, tametſi reipſa ſint heterotonæ.

Coroll. 6. Dum plures chordæ oſcillantes conferuntur, vibrationes earum intra idem tempus peractæ certorum nume-

merorum rationem habent, ita ut poſt certam earum quaſi periodum initia omnium conveniant, quæ convenientia *harmonia* dicitur, eſtque eo plenior, ac perfectior, quo brevior eſt illa periodus. Speciatim vero chordæ vocantur *monotonæ*, ſi ſingulis unius vibrationibus ſingulæ alterius reſpondent. Si unius duæ vibrationes reſpondeant uni alterius, dicetur illa reſonare *octavam*: ſi tres duabus, *quintam*: ſi quatuor tribus, *quartam*; ſi quinque quaternis, *tertiam majorem*: ſi ſex quinis, *tertiam minorem*: ſi quinæ tribus *sextam majorem*: ſi octo quinis *sextam minorem* &c. At hæc innuiſſe ſatis ſit.

Sonus ut eſt in ſuo vehiculo.

231. Sonus, ut eſt in ſuo vehiculo, conſiſtit in pulſibus, ſive alternis vibrationibus aeris potiſſimum, motibus ſonantium corporum ſimillimis. Corpus enim, quod ſonum edit, non poteſt in vicinis aliud efficere, quam agitationes ſuis quam ſimillimas. Quod vero vehiculum ſoni aer plerumque ſit, perſpicuum eſt: nam ſi tintinnabulum intra recipiens ſic adpendatur, ut nec ejus latera, nec antliæ catinum attingat, ſonus ea proportione debilitatur, qua aer de recipiente ſubducitur: ſin autem aer intra recipiens condenſetur, ſonus increſcit.

Scholion. Modum, quo aeri ſonus communicatur, accurate explicant Newtoni

commentatores; Newtonus ipse hunc in modum ea de re scribit: „ Partes cor-
„ poris tremuli vicibus alternis eundo,
„ & redeundo, itu suo urgebunt, & pro-
„ pellent partes medii ſibi proximas, &
„ urgendo comprimént easdem & con-
„ densabunt; dein reditu suo ſinent par-
„ tes compreſſas recedere, & sese ex-
„ pandere. Igitur partes medii corpori
„ tremulo proximæ ibunt, & redibunt
„ per vices ad inſtar corporis illius tre-
„ muli; & qua ratione partes corporis
„ hujus agitabunt hasce medii partes,
„ hæ ſimilibus tremoribus agitatæ agita-
„ bùnt ulteriores, & ſic deinceps in in-
„ finitum. Et quemadmodum medii par-
„ tes primo eundo condensantur, & re-
„ deundo relaxantur, ſic partes reliquæ,
„ quoties eunt, condensabuntur, & quo-
„ ties redeunt, sese expandent. Et pro-
„ pterea non omnes ibunt, & ſimul re-
„ dibunt (ſic enim determinatas ab in-
„ vicem diſtantias servando non rarefie-
„ rent, & condensarentur per vices)
„ sed accedendo ad invicem, ubi con-
„ densantur, & recedendo ubi rareſiunt,
„ aliquæ earum ibunt, dum *aliæ* re-
„ deunt, idque vicibus alternis in infi-
„ nitum. Partes autem euntes, & eun-
„ do condensatæ, ob motum suum prò-
„ greſſivum, quo feriunt obſtacula, sunt
„ pulsus; & propterea pulsus succeſſivi
„ a corpore omni tremulo in directum
„ propagabuntur, idque cum æqualibus
„ circiter ab invicem diſtantiis ob æqua-

lia

„ lia temporis intervalla, quibus corpus „ tremoribus suis ſingulis ſingulos pulſus „ excitat. Et quanquam corporis tremu- „ li partes eant, & redeant secundum „ plagam aliquam certam, & determi- „ natam, tamen pulsus inde per medium „ propagati sese dilatabunt ad latera, „ & a corpore illo tremulo tanquam cen- „ tro communi secundum superficies pro- „ pemodum sphæricas, & concentricas „ undique propagabuntur„. Ad sonum ergo, quatenus in aere eſt, accommodari poſſunt omnia, quæ in superioribus de undis in fluido elaſtico excitatis dicta sunt (172 & seq.).

232. Neque tamen sonus per aerem solum, sed per quævis solida, ac fluida corpora propagatur. Et de solidis quidem facile negotium eſt: sæpiſſime enim videmus, inquit Gravesandius, corpus sonum edere, licet aer ab eo agitatus nullam cum aere exteriori communicationem habeat: ex quo sequitur aeris agitatione fibras, ex quibus corpora conſtant, in quæ undæ incurrunt, moveri, qui motus in aerem exteriorem transfertur. Major eſt de fluidis minime elaſticis, qualis vulgo habetur aqua, difficultas; verum etiam per iſta propagari sonum conſtat experimentis a Nolleto inſtitutis, quæ inserta sunt Monum. Acad. Paris. A. 1743. Sæpius, diverſisque temporibus demerſit ille sese ad varias intra Sequanam altitudines, sonosque in ripa diversos interea excitandos curavit, sem-

ſemperque animadvertit transmitti per aquam ipſos etiam tonos, & hominum voces, tametſi plurimum debilitatas, quam quidem debilitationem comperit non reſpondere aquarum altitudinibus: atqui hæc ſoni propagatio nequit aſſignari aeri in aquæ poris latenti; neque enim tanta eſt aeris illic quantitas, ut ejus particulæ contigentes ſint, nec a longe majori aquæ copia interciſæ: quare particulæ aeris tremorem ſuum per aquam transmittebant. Sane idem deprehendit in aquæ volumine $\frac{1}{30}$ partem expleri ab aere.

Idem diligentiſſime depurgavit ab aere 36 pintas aquæ de Sequana hauſtæ, ac in vas ſimillimum infudit alias 36 ejusdem aquæ non depurgatæ; tum idem tintinnabulum ad ſonum in his aquis concitavit, adhibitis viris, quibus neque de facta aquæ purgatione, neque de ejus conſilio quidquam ſubolverat: omnium teſtimonio nullum poterat in ſono deprehendi diſcrimen, quod tamen aliquod ſaltem eſſe certe debebat, ſi ſonus per aerem fuiſſet propagatus. Illud in Nolleti experimentis fuit ſingulare, quod ſonus idem eodem plane modo perceptus ſit ſub aqua in altitudine 18, & 4 pollicum: unde ſoni debilitatio præcipue facta eſt in confinio aeris, & aquæ; intra eam vero alia non fuit, quam quæ ab ejusdem divaricatione proficiſcebatur.

Scholion. Nec debet quemquam movere, quod in capiendis hisce experimentis non omnis aer de aqua eductus fuerit, & novus interea ex atmosphæra ſubire potuerit: ſatis enim eſt maximam ejus copiam fuiſſe eductam ſine ullo notabili ſoni diſcrimine. Deinde poſt aquæ purgationem experimenta nulla mora interpoſita ſunt inſtituta, madefacti inſuper vaſorum parietes, ut aer omnis iiſdem adhærescens expellatur. Denique ſatis exploratum eſt aerem ex aqua ſemel eductum in eandem non ſubire, niſi elapso 5, aut 6 dierum intervallo, ut adeo durantibus his experimentis cenſeri poſſit aqua maſſiſſe depurgata. Sed nec illud obſtat, quod aqua nequeat compreſſione in minus ſpatium cogi: ipſi enim Florentini Academici, qui eam comprimere nequibant, fatentur incertum eſſe, an ſi vaſa firmiora, & vires majores adhibitæ eſſent, demum coarctari non potuiſſet: poſſe quidem certe aliquantum comprimi tam ſimilitudo aliorum corporum utcunque durorum, quam ipſa ex elementis compoſitio luculenter oſtendit. Ceterum eadem plane difficultate urgentur adverſarii: ſi enim particulæ aqueæ tam copioſum aerem elaſticum intercipiunt, cur eo compreſſo nequeunt redigi in minus volumen?

233. Erant, qui putarent vehiculum ſoni non eſſe craſſum hunc aerem, quem flabello impellimus, ſed alium longe

ſubtiliorem, quod viderent flammam candelæ prope campanam reſonantem ardentis absque notabili agitatione tranquillam conſiſtere. At hoc eorum opinioni minime ſuffragatur: undæ enim aeris non fluunt inſtar venti, sed breviſſimo tempore per minima ſpatia procurrunt, ac revertuntur; hinc flammam avellere, aut notabili agitatione movere nequeunt. Certe undæ a nervo reſonante excitatæ pulviſculos exagitant, & aer craſſior ope antliæ in recipiens intruſus contentionem ſoni vehementer auget, idem ſubductus eandem plurimum labefactat.

234. Mairanus, & Catius ex ea, quæ inter colores, & tonos intercedit, ſimilitudine colligunt propagandis diverſis tonis diſſimiles aeris particulas eſſe neceſſarias, nec poſſe fieri, ut tot diſcrepantes toni ſine ulla confuſione, mutuaque impeditione per eaſdem aeris portiones ſimul ad aurem allabantur. Sed horum ſententia mihi quidem non probatur. Cum enim aeris particulæ diſſociatæ ſint, tametſi eſſent inter ſe diſſimiles, tamen portiones majores admodum ſimiles conſtituerent, in quibus omnium generum pulſus enaſci, & propagari poſſent, idque absque ulla perturbatione. Fingamus duos diſſimiles tonos, quorum unus requirat vibrationes 81, aiter acutior intra idem tempus vibrationes 729, poſt vibrationes 81 acutiores ſuccedere poteſt una obtuſior ita, ut auris

ris durantibus illis 81 reapſæ unicum tonum continenter percipiat, illis abſolutis ſimul exaudiat graviorem ſupervenientem: quia tamen tempora, quibus unus alterum conſequitur, breviſſima ſunt, ambo ſimul ſine intermiſſione percipi videntur.

Scholion. Diligenter cavendum eſt, ne comparatione minimarum aeris particularum, & nervi elaſtici decipiamur. Undæ elaſticæ, in quibus ſonum conſtituimus, peraguntur in majoribus aeris portionibus, quarum particulæ diſſociatæ efficiunt molem pulſuum diſſimillimorum capacem: in eodem nervo æque tenſo longitudo ipſa, & partium nexus inducunt habilitatem ad certum duntaxat tonum edendum.

235. Quando una chorda pulſatur, excitat in aere pulſus ſimiles, qui in chordam aliam priori monotonam incurrentes eam contremiſcere, atque resonare cogunt. Eadem ratione patet chordam agitatam poſſe tremorem ſuum communicare cuivis alteri harmonicæ, quæ interea ſemel vibretur, dum altera bis, aut bis, dum illa ter &c.

Scholion. Catius rem exemplo tali illuſtrat. Ponamus globum de filo pendentem, ac in puncto imo quieſcentem vi quacunque minima de ſitu dimoveri, gravitate ſua eodem iterum reveniet, & concepto impetu in adverſam partem excurret, ruſusque revertetur. Si jam nova ei vis addatur, dum ſecundam, ter-

 tiam,

tiam, quartam &c. oscillationem inchoat, minutis his viribus principio cujusvis oscillationis iteratis globus eum ſenſim impetum concipit, quo per arcus ingentes excurrere poſſit, nec amplius vi exigua ſiſti. Quodſi vis hæc non ſuis temporibus, ſed ſine ullo ordine adplicetur, conceptus penduli impetus retunditur potius, quam augetur. Eodem fere modo res in chorda habet. Nam chordæ ſonantis impulſiones incurrunt in vicina corpora, atque adeo etiam in chordam monotonam, quæ cum ab aere impulsa primam vibrationem abſolvit, initio ſecundæ a novo pulsu superveniente novam vim cum impetu jam concepto conſpirantem accipit: at ſi chorda non fuerit harmonica, primo impulſu & ipsa commovetur quidem, ſed motus ejus deinceps perturbatur propter diſcrepantiam. Quodſi chordæ harmonicæ fuerint, non monotonæ, e. g. ſi una bis vibretur, dum altera ſemel, tunc enimvero priore pulſata ſecunda in duas dividitur partes, quæ puncto medio quieſcente vibrantur. Si chorda reſonans ter oscillet interea, dum altera ſemel, hæc in partes tres dividitur, & duo habet quietis puncta. Hinc ſi fibra quædam longior vehementius feriatur, auris exercitata plures ſimul tonos percipiet, quia fibra præter integras vibrationes, quæ tonum primarium efficiunt, habet etiam peculiares diviſarum partium agitationes, quæ tonos acutiores primario admiſcent, quo

ipso

ipſo exemplo confirmatur, poſſe diſſimiles tonos per eundem aerem propagari.

Ejusdem celeritas.

236. Celeritas propagati ſoni calculo definiri haud poteſt; ignota enim eſt proportio, quæ inter diametros particularum aeris, & inter ſpatia, quibus disjunguntur, intercedit: neque exploratum eſt, quantum ſpatii in atmosphæra occupent corpuſcula adventitia. Experimentis rem definire aggreſſi ſunt primum quidem Academici Florentini; tum Derhamus, & Galli Academici, qui tamen ipſi propter adjunctorum varietatem diverſam repererunt velocitatem.

Scholion. Noviſſimi omnium negotium idem ſibi impoſuerunt triumviri clariſſimi Caſſinus, Maraldus, & Caillius, quorum labores narrantur in Monum. Acad. Paris. A. 1737. Initium experimentis datum eſt die 13 Maii ejusdem anni, quorum alia fuere interdiu, alia noctu inſtituta; alia ventoſo, alia tranquillo tempore; alia pluvio, alia ſereno cœlo. Hæc autem eorum erant conſectaria. 1) Sonum propagari æquabili celeritate, percurrereque intra 1" hexapedas 173. 2) Noctem, diemve ad eam celeritatem nihil quidquam conferre, niſi quod noctu ob rerum omnium ſilentium ſonus magis procul exaudiatur. 3.) Neque calorem, aut frigus, ſerenum, aut pluvium cœlum, diverſamque aeris gravitatem eidem obſtare, vel prodeſſe. 4)

Eandem adverti velocitatem, quæcunque fuerit exploſi tormenti collocatio. 5) Neque intereſſe, quænam ſit terreſtris superficiei, quam emetiri debet, diſpoſitio: unde patet soni propagationem non juxta tortuosos terrarum anfractus, sed juxta lineas rectas peragi. 6) Ventum soni ductui perpendicularum nihil de ejusdem rapiditate decerpere: eam autem secundo vento augeri, adverso minui tota venti celeritate; quæ quidem cum ad soni pernicitatem ſit summum ut 1 : 33. non magnum adfert incrementum, vel decrementum. Spatium tamen itu, & reditu a particulis aeris decursum vento augeri, aut minui poteſt; hinc ad majorem, vel minorem diſtantiam exauditur sonus pro varia ventorum directione. 7) Denique eandem eſſe celeritatem soni ſive fortioris, ſive debilioris, id quod e theoria ipsa perspicue sequitur (175 sch. 2). Experimenta hæc maxima rursus attentione repetita sunt, deprehenſumque fuit errorem, ſiquis intervenit, ultra hexapedam aſſurgere non potuiſſe. Præterea locorum diſtantias ope soni hoc pacto determinatas iidem triumviri fere easdem repererunt, quas deinde calculo trigonometrico definiverunt, ut adeo obſervationum fidem in dubium vocare non liceat.

Echo.

237. Si aeris undæ incurrant in obſtaculum, a quo remiſſus sonus alicubi colliga-

ligatur, *echo* naſcitur. „ Inter hanc, & „ ſonum primarium, inquit Muſſchen- „ broekius, eo brevior mora intercedit, „ quo obex repercutiens cauſſæ ſonanti „ fuerit propior: ſi enim obicis diſtan- „ tia a cauſſa 635 pedibus abfuerit, in- „ ter ſonum prolatum, & reflexum tem- „ pus minuti ſecundi intercedet. Adeo- „ que omnes voces intra hoc tempus ab „ aliquo prolatæ poterunt, ipſo deſi- „ nente loqui, iterum audiri, quaſi pro- „ latæ ab echo. Quo obex majori inter- „ vallo a cauſſa diſtiterit, eo plus tem- „ poris intercedet inter reditum imagi- „ nis: quare echo hujusmodi poterit eſſe „ polyſyllaba, quæ poſito obice cauſſæ „ ſonanti proximo monoſyllaba tantum „ eſt „. Unde ſi complures obices alii aliis altiores in diverſis diſtantiis ſic col- locentur, ut ſonum ad eundem locum reflectere poſſint, plurimæ ejusdem re- petitiones audientur.

Coroll. 1. Ubicunque ergo obſtacula un- dis remittendis apta ſunt, echo genera- ri poteſt, ut in montibus, ſilvis, ſaxis, muris, vetuſtis ruderibus &c.

Coroll. 2. Sonus reflexus eo vivacior eſt, quo durior obex, magisque elaſticus fuerit. Hinc a tectis nive obſitis, item a parietibus aulæo veſtitis ſonus admodum hebetatus redit.

Coroll. 3. Si obex formam ſatis æqua- bilem, lævemque ſuperficiem habeat, undæ admodum æquabiliter repercutien- tur: Hinc vox ſubmiſſa de foco unius

ſpeculi parabolici egrediens diſtincte percipitur in foco alterius, tametſi in ſpatiis intermediis non exaudiatur. Eum in finem palatiorum lacunaria interdum in formam ſpeculi elliptici conſtruuntur, e cujus uno foco dilapsa vox in altero probe intelligitur, nihil interea audientibus aliis, qui extra focos illos in eodem palatio verſantur.

Intenſio ſoni.

238. Soni contentio multis modis augeri poteſt. 1) Cum ſoni contentio pendeat ab impulſionibus, quas aer organo auditus communicat, hæ autem impulſiones reſpondeant viribus particularum impellentium, vires numero earundem intra idem tempus incurrentium, & celeritati, patet mutato pondere, quo aer comprimitur, mutari denſitatem, adeoque numerum particularum, ſonique contentionem. Quia vero in eadem ratione ponderis comprimentis mutatur etiam elaſticitas, contentio ſoni variatur in ratione compoſita denſitatis, & elaſticitatis aeris; vel in ratione duplicata alterius utrius. Et certe Hauksbeo teſte in Trans. Phil. n. 321 dum in recipiens duplum aeris accumulatur, ſonus idem ad duplam diſtantiam; dum triplum ad triplam &c. exauditur: advertendum autem eſt vigorem ſoni, quemadmodum luminis, decreſcere in ratione reciproca duplicata diſtantiarum.

2) Fortificatur ſonus, ſi aeris undæ

ſic

ſic coerceantur, ut per minorem ejusdem maſſam diſtribuantur. Hinc augetur vis soni ope tubarum ſtentorearum, quas Haſius jubet conſtrui e duobus segmentis, altero elliptoidico, altero paraboloidico, quæ habeant communem focum, ita ut pulsus e labro tubæ, ubi primus elliptoidis focus eſt, digreſſi in altero, qui paraboloidi quoque communis eſt, colligantur, atque ſic e tuba paralleli exeant (664 Math.).

3) Augetur sonus, ſi aer agitatus innitatur in corpore duro, ac elaſtico: tunc enim particulæ aeris in illud impactæ valide comprimuntur, & latiores acquirunt vibrationes Quare cum latera tubarum elaſtica pulſiones suas aliquamdiu conservent, ac ſi vox eadem a pluribus ederetur, clangor quidam nascitur sonum diſtinctum impediens: hinc ut confuſio vocum evitetur in tuba ſtentorea, neceſſe eſt vocem quamlibet admodum lente pronunciare.

Coroll. Facile hinc intelligitur, cur tormenta in vallibus explosa validius perſonent. Ratio item in aperto eſt, cur tympana tantopere percrepent: scilicet aer inclusus conceptos pulsus per pellem admodum elaſticam transfundit in externum aerem; atque hinc multum hebetatur clangor, ſi pellis inferior perforetur, tunc enim internus aer libere poteſt cedere. Eadem de cauſſa fides, & cymbala tabulis tenuibus, multumque elaſticis conveſtiuntur, ut nimirum im-

pulſiones aeris interni earum ope foras propagentur.

Vocis humanæ conformatio.

239. Huc pertinet humanæ vocis conformatio, cujus organum plerumque comparari solet inſtrumentis muſicis pneumaticis; reapse tamen in eorum numerum referendum videtur, quorum sonus ope nervorum efficitur. Partes ejus organi sunt imprimis *trachea*, seu canalis, per quem aer interſpiratione in pulmones subit: caput ejusdem adpellatur *larynx* conſtans quinque cartilaginibus, ac versus os deſinit in oblongum foramen, quod *glottis* dicitur, ejus vero operculum *epiglottis*. Singulæ hæ partes suis inſtructæ sunt musculis, quorum adjumento diduci, contrahi, variisque modis tendi poſſint: & quidem cum vox gravior plus aeris requirat, quam acuta, trachea dilatata contrahitur, quum obtusa vox edenda eſt. In multis avibus aquatilibus glottis in ima tracheæ parte ſita eſt, unde guttura earum admodum canora sunt.

Veteres ob eam, quam trachea habere videtur cum tibia ſimilitudinem, vocem intra eam formari arbitrabantur. Verum Dodardus cum videret vocem effici ab aere non illo, qui subit in tracheam, quemadmodum in tibiis usuvenit, sed ab eo, qui egreditur, concluſit præcipuum ejus organum non tracheam, sed glottidem eſſe, illamque unice deservire

aeri

aeri in hanc deducendo. Quare ex ejus sententia cum aer e glottide varia celeritate prorumpit, varium conformat sonum pro varia glottidis tenſione, contractione, aut diductione; quæ ut par ſit tonis innumerabilibus efficiendis, tot mutationum capax eſt, ut 9632. diversas diametros acquirere poſſit. Sonus hunc in modum formatus resonat in anfractibus oris, & narium, tum in egreſſu ope linguæ, dentium, ac labiorum fingitur, atque, ut ſic loquar, articulatur. Interdum tamen vox formatur ab aere in tracheam subeunte, at surda illa, & quodammodo suffocata, quaſi ex imis sonaret visceribus.

Scholion. Sed omnem hanc vocis humanæ conformationem plenius, ac minutatim explicat Ferreinus in Diſſertatione, quæ inserta eſt in Monum. Acad. Paris. A. 1741. Adfert illic experimenta mira sedulitate inſtituta, quibus oſtendit nunquam glottidem ſic contrahi, ut bina ejus labra sese contingant, quemadmodum fit in linguis tibiarum, sed eſſe inſtar chordarum, in quas incurrens aer, dum e pulmonibus per tracheam erumpit, idem præſtet, quod plectrum in nervis fidium, variis tremoribus easdem agitando pro varietate tenſionum, & longitudinum, quas obtinent. Labra hæc, seu nervi minuti utrinque adnexi sunt cartilaginibus, qui tendendis illis, aut laxandis deserviunt, ut hoc pacto idonei reddantur tonis quibusvis recipiendis,

quorum vox humana capax eſt. Ex his porro conſequens eſt manente eadem glottidis apertura & mutatis labrorum tenſionibus, mutari tonum; manere contra eundem, utcunque apertura mutetur, modo labrorum tenſio, & longitudo eadem perſeveret: hæc autem omnia tam in homine, quam in ceteris animantibus experientiæ omnino congruere ſæpe coram Academia oſtendit Ferreinus. Avulſit nimirum ſtatim a morte de cadavere tracheam una cum larynge, & inſerta fiſtula ſufflavit in eandem, tenendo interea labrorum tendines, auditaque fuit vox humana, aut alterius animalis, diverſum pro varietate tenſionis tonum referens. Nec multum diſcrepabant hæ voces a naturalibus, dignoſcique nullo negotio poterat, cujusnam eæ animalis eſſent, tametſi multæ deſiderarentur organi partes formandis vocibus neceſſariæ. Unde adparet organum humanæ vocis habendum non eſſe in inſtrumentis muſicis pneumaticis, quæ certum aliquem tonum non reddunt, niſi certa adſit proportio dimenſionum, aperturarum, inciſionum &c. pro quorum varietate aer diverſe afficitur. Denique Ferreinus in tendinoſis his nervulis cetera etiam chordarum muſicarum experimenta miro ſucceſſu exhibuit, ut adeo in dubium adduci vix poſſit, quin eorum ope voces animalium natura efficiat. In quibusdam tamen animalibus peculiaria plane ſunt vocis organa. Grillus ſub ala pa-

rvam

rvam quamdam, ac ſiccam habet membranam, quæ inſtar flabelli mulierum complicari poteſt, adhæretque tendini cujusdam musculi, qui modo producitur, modo contrahitur. Alternus, & rapidiſſimus musculi motus format in ea membrana plicas quasdam alternas, largas, & contractas, ac in ea contractione aer magna vi exploditur, vicibusque repetitis excuſſus, in alternas undas concitatur, unde grilli cantus exſiſtit.

Sonus ut eſt in auditus organo.

240. Sonus, quatenus in organo eſt, conſiſtit in tremore, ac vibrationibus nervi acuſtici per auris partes explicati. Auris autem, quæ extrinsecus formam infundibuli cujusdam habet, conſtat materia tenui, elaſtica, cartilaginea, tremori concipiendo aptiſſima; membranis sonum temperantibus obducta. Pars ejusdem interior varios habet anfractus sonis excipiendis, reflectendis, ac ad nervum acuſticum propagandis accommodatos. Interior aurium baſis adpellatur *concha*, in cujus fundo eſt *tuba acuſtica*, seu canalis quidam ellipticæ civitatis, terminatus membrana *tympani*, oblique ad eundem poſita, ne scilicet sonus tympanum vehementius, quam par eſt, feriat, aut plane rumpat. Tympani membranæ interius adhærent tria oſſa minuta, *malleus*, *ſtapes*, & *incus*, quæ musculis suis membranam tympani tendunt, relaxant, convexiorem, vel planiorem reddunt, tono

tono cuivis excipiendo habilem efficiunt. Sequitur deinceps *cavitas tympani*, in quam ope *tubæ Euſtachianæ* aer ex ipſo etiam ore ſubire poteſt. Hanc cavitatem excipit membrana *feneſtræ ovalis*, quæ claudit initium *labyrinthi*, cujus interiora in cochleæ formam diſpoſita membrana *acuſtici nervi* conveſtiuntur. Structura hæc mirabilis contemplatione auris artificiosæ pleniſſime comprehendetur.

Jam ipsa auditio hunc in modum fit. Externa auris cavitas sonum acceptum ope suorum anfractuum temperat, ne scilicet delicatam tympani membranam lædat. Hinc per tubam acuſticam defertur sonus ad tympanum, cujus membrana ſi nimium laxa ſit, sonum tantopere hebetat, ut vix poſſit notabilem facere impreſſionem, quemadmodum plerumque evenit in senibus, in quibus ea membrana defectu ſpirituum animalium valde enervata eſt. Hujus membranæ ope communicatur sonus aeri intra cavitatem tympani contento: inde propagatur ad labyrinthum, de quo per nervum acuſticum defertur ad cerebrum.

Coroll. 1. Dum sonum quempiam diſtincte percipere cupimus, tenditur membrana tympani ope musculorum mallei, ut harmonice contremiscat. Tenditur etiam ope musculi ſtapedis membrana feneſtræ ovalis, ut & ipsa una cum oſſiculis harmonice, ac nonnihil vehementius tremat, quam tremeret, ſi a solo tympani aere afficeretur. Membrana hae

ſtre-

tremente concitatus interior labyrinthi aer agitat fibras nervi acuſtici per cochleæ ſuperficiem extensas.

Coroll. 2. Nimio clangore obtunduntur, & veluti fatigantur aures propter nimiam fibrarum agitationem, aut etiam læſionem, neque ſentiuntur ſoni minores poſt ingentem ſtrepitum ob debilitationem organi.

Coroll. 3. Si corpus resonans mordicus teneatur, imo ſi vel os apertum teneatur, ſonus vividior percipitur: nam tunc aeri in cavitate tympani incluſo vibrationes etiam per tubam Euſtachianam communicantur: hinc qui difficulter audiunt, natura ipsa monente fere aperiunt os, quum attente auscultant. Indidem oritur, quod dentes obſtupescant, quando chalybs limatur.

Coroll. 4. Geminis auribus unicum tantum percipimus ſonum propter easdem cauſſas, quas alibi attulimus de viſione.

Coroll. 5. Lamina ſpiralis, quæ internam cochleæ ſuperficiem conveſtit, inſtar cujusdam cymbali conſtat chordis minimis diversas tenſiones, & longitudines habentibus; adeoque diſſimiles toni per diversos ejusmodi nervos propagari poſſunt; quanquam idem etiam nervulus varie tendi, ac produci poſſit, ac inde tonorum diſſimilium capax effici.

Coroll. 6. Voluptatis quæ ex harmonia; moleſtiæ, quæ ex discordia tonorum exſiſtit, cauſſas persequitur Mairanus in Monum. Acad. A, 1720: nos ſatis habebi-

bimus cum Orlando rem exemplo illuſtraſſe. Suspendantur e tribus filis tria parva pondera hac lege, ut quum filum longius binas oscillationes absolvit, interea alterum quaternas, tertium mediæ inter utrumque longitudinis ternas peragat, quod obtinebitur, ſi filorum longitudines fuerint ut 16, 9, 4 (P. 1. 85. cor. 2). Si pondera hæc a perpendiculo æque dimota ſimul dimittantur, ut oscillationes omnium ſimul incipiant, venuſta futura eſt horum filorum permiſtio, eaque oculus mirifice delectabitur, propter motum nempe illum periodicum, quo fit, ut peracta quarta breviſſimi fili oscillatione periodus absolvatur, omniumque oscillationes denuo ſimul incipiant. Similis propemodum eſt in nervo acuſtico vibrationum compoſitio, dum octava cum interjecta quinta resonat. Quodſi numeri oscillationum in pendulis, aut nervis aut nunquam ſimul incipiant, aut ita initia diſtent, ut nonniſi poſt longum temporis interjectum congruant, tunc enimvero animus moleſtiam quamdam persentiscit.

CA-

SECTIO IV.

De iis, quæ ad globum hunc terreſtrem pertinent.

CAPUT I.

De globo terreſtri generatim.

Partes globi terreſtris.

241. Globi hujus terreſtris figuram, & magnitudinem jam in ſuperioribus exhibuimus: reliquum eſt, ut de partibus ejusdem paucis agamus. Et imprimis quidem externam ipſam ſuperficiem terra, & aqua conſtare nemo non videt. Aqua dividitur in oceanum telluri undique circumfuſum; in maria littoribus, vel omni, vel maxima ex parte clauſa; in lacus, flumina, & fontes. Pars ſuperficiei ſolida, quæ vix quartam totius partem obtinet, tribuitur in continentes, inſulas, ac peninſulas; & vel plana eſt, vel montibus, vallibusque obſeſſa.

Ori-

Origo montium.

242. De prima montium origine non una eſt omnium ſententia. Sunt, qui cum Burneto putent eosdem enatos eſſe in Noemitica illa aquarum effuſione, quarum impetu diruptus terreſtris globus locis quibusdam eminere, aliis ſubſidere cœperit. At his primum obſtat eadem illa sacra hiſtoria, e qua publicam illam calamitatem discimus; illic enim narrantur aquæ adeo increviſſe, ut juga montium altiſſimorum longe exsuperarent. Deinde ipsæ montium utilitates satis oſtendunt non eſſe eos casu fortuito genitos, sed divina plane sapientia in ipso mundi exortu conſtitutos: montes enim suppeditant fontes, & flumina; arcent marium effuſiones; metalla ſinu continent, & veluti excoquunt; frangunt noxios ventorum impetus; nubes in pluviam cogunt; solis ardorem temperatione opportuna augent, vel minuunt; miram plantarum progenerant varietatem; denique terreſtri globo inſtar nervorum, & oſſium firmitatem adferunt.

Scholion. Neque tamen inficiamur accidiſſe inſignes in globo noſtro eo tempore mutationes: nam fieri utique non potuit, quin tanto aquarum impetu plurima corpora e marium ſinu abſtracta in varias terræ cavernas deferrentur, limoque, & arena obruerentur. Multis certe in locis a mari disjunctiſſimis effodiuntur conchilia, plantæ, piscesque marini in saxum verſi. Quanquam vel sola marium

pro-

procurſione notabiles legimus eveniſſe mutationes: quod ſi addas ventorum, & ignium ſubterraneorum vim, violentos telluris motus, cæcas voragines fluminum e mari erumpentium, profecto non miraberis tantas eſſe rerum omnium intra tellurem confuſiones. Pulcre cecinit Ovidius:

Vidi ego, quod fuerat quondam ſolidiſſima tellus,
Eſſe fretum; vidi factas ex æquore terras,
Et procul a pelago conchæ jacuere marinæ;
Et vetus inventa eſt in montibus anchora ſummis;
Quodque fuit campus, vallem decurſus aquarum
Fecit, & eluvie mons eſt deductus in æquor:
Eque paludoſa ſiccis humus aret arenis;
Quæque ſitim tulerant, ſtagnata paludibus hument.

Lib. 15 Metam.

Ignes ſubterranei.

243. Quodſi jam internam globi noſtri fabricam perluſtremus, patebit imprimis ineſſe in ejus viſceribus ignes quoſpiam mutabiles: nam in foſſis metallorum apertiſſima deprehendimus eorum veſtigia. Videmus item ingentes flammarum, cinerum, ſaxorum, metallorum liquefactorum globos per fauces Ætnæ, Heclæ, Veſuvii, aliorumque montium ignes evomentium in auras eructari.

Scholion. Ignes hi naſcuntur fermentatione acidorum, & ſulfureorum, quorum apta permiſtione etiam ars imitari ſolet ſubterraneas id genus deflagrationes. Quod ſi bitumen, & reſina, quibus naturis tellus abundat, ſatis copioſe ad-

flua-

ſluant, ejusmodi incendia poterunt eſſe admodum diuturna. Juvat audire Ovidium.

Nam ſive eſt animal tellus, & vivit, habetque
Spiramenta locis flammam exhalantia multis;
Spirandi mutare vias, quotiesque movetur,
Has finire poteſt, illas aperire cavernas:
Sive leves imis venti cohibentur in antris,
Saxaque cum ſaxis, & habentem ſemina flammæ
Materiam jactant, ea concipit ictibus ignem;
Antra relinquentur ſedatis frigida ventis.
Sive bitumineæ rapiunt incendia vires,
Luteave exiguis areſcunt ſulfura fumis,
Nempe ubi terra cibos, alimentaque pinguia flammæ
Non dabit, abſumtis per longum viribus ævum,
Naturæque ſuum nutrimen deerit edaci,
Non feret illa famem; deſertaque deſeret ignes.

Metam. 15.

Ignis centralis.

244. Ineſt præterea circa ipsum telluris centrum conſtans quidam ignis, æquabili efficacitate agens versus partes exteriores. Nam 1) in cavernis profundiſſimis conſtans quædam deprehenditur auræ temperatio, quemadmodum illatis thermometris complures experti sunt; eadem advertitur in diverſis marium profunditatibus: atqui ea caloris conſtantia solaribus radiis utique aſſignari non poteſt; quare debet circa centrum terræ perennis quidam haberi ardor, quem ob ingentem corporum attritum neceſſe eſt eſſe vehementiſſimum. 2) Diſcrimen æſtivi, hibernique caloris nunquam tantum deprehenditur, quantum attenta ſolis poſitione eſſe deberet: unde conſequens eſt dari præterea alium quempiam perennem ca-

caloris fontem. 3) Experimur ſæpe, ut hac hieme, inſolitam frigoris acerbitatem cujus origo maxime probabilis ea eſt, quod vapores calidi ab igne illo centrali expulſi obſtructis meatibus intercipiantur; cui quidem obſtructioni particulæ ſalium cumprimis idoneæ ſunt.

Terræ motus.

245. Experimur interdum tellurem ſub pedibus veluti contremiſcere, validiſque ſuccuſſibus concuti, quibus urbes integras, monteſque hauſtos fuiſſe non ſemel accepimus. Phænomeni hujus exitialis cauſſam facile informabit animo, qui cuniculos, quibus vaſtiſſima propugnacula in auras ejiciuntur, præ oculis habuerit. Nimirum aer, & vapores antris ſubterraneis incluſi ſubita quadam exhalatione, aut etiam flamma enaſcente, vel fluidi electrici repentina concitatione dilatati eas commotiones, ac ruinas efficiunt. Sane quum terra eo ſuccuſſu in hiatus diſcedit, plerumque ſulfurei fumi erumpunt, ſoletque terræ motus in iis locis eſſe crebrior, in quibus copioſior eſt materia ad ignem, vel fervorem concipiendum apta, & quæ viciniora ſunt montibus flammam eructantibus. Hinc malo huic magis obnoxia ſunt Sicilia, ac Italia, quam Gallia, aut Germania.

Scholion. Solet non raro terræ motus, ac ruina conſequi etiam ex prolapſione ſubterraneorum fornicum. Multis enim locis, ut in Mutinenſi agro, ſi ſtratum tel-

telluris terebra perforetur, aſſurgit repente in puteo aqua ad 63 circiter pedes, fornicemque incumbentem ſæpe perrumpit, tametſi ea illic non quieſcat, sed fluat ductu fere horizontali: hinc neceſſe eſt aquas has ex alto quopiam loco continenter allabi, magnamque vim exerere in fundum terræ incumbentis, ac eum a lapsu ſuſtinere. Si ergo adfluentes aquæ vehementiore aliquo telluris motu intercludantur, atque aliorſum avertantur, sublata in fundum preſſione terræ incumbentis molem dehiscere neceſſe eſt. „ Crede, inquit „ Seneca, intra, quidquid vides supra: „ sunt & illic specus vaſti; sunt ingen„ tes receſſus, & spatia suspenſis hinc „ & inde montibus laxa: sunt abrupti „ in infinitum hiatus, qui ſæpe illapsas „ urbes receperunt, & ingentem in al„ to ruinam ediderunt „. Ovidius telluris motus ventis subterraneis attribuit verſibus illis ſane elegantibus:

Vis fera ventorum, cæcis inclusa cavernis,
Exspirare aliqua cupiens, luctataque fruſtra
Liberiore frui cœlo, cum carcere rima
Nulla foret toto, nec pervia flatibus eſſet,
Extenta tumefecit humum: ceu ſpiritus oris
Tendere veſicam ſolet, aut direpta bicorni
Terga capro. L. 15 Metam.

Diverſa terræ ſtrata.

246. Quum terram paulo altius effodimus, admodum diverſa corporum genera ubique deprehendimus. Peraultus innumera

miera instituit experimenta in montibus, collibus, agris, pratis, hortis, in ipſis adeo fluviorum alveis, eandemque varietatem ubivis universe comperit. In agris infra terram arationi aptam occurrebat ſtratum arenosum, quod argilla excipiebat; tum arena communis sequebatur, infra quam glarea lapidibus permiſta hærebat; sub hac terram reperit fictilibus vaſis peridoneam, atque ita porro. Erant autem ſtrata nonnunquam parallela, & fere ad libellam conſiſtentia, plerumque tamen variis in angulis inclinabantur.

Scholion. Quibusdam in locis mira prorsus ſtratorum id genus occurrit varietas. „ Cum Amſtelodami, inquit Varenius, „ aliquando ad puteum faciendum effoderetur terra usque ad 233 pedum „ profunditatem, hæ species terrarum „ oblatæ sunt: hortenſis terræ pedes 7; „ nigræ ad ignem nutriendum aptæ, „ quod vocant Torff (neque enim sunt „ cespites proprie loquendo) pedes 9; „ argillæ mollis 9; arenæ 8; terræ 4; „ argillæ 10; terræ 4; arenæ, super „ qua solent domus Amſtelodamenses fiſtucari, pedes 10; argillæ 2; sabulonis albi 4; ſiccæ terræ 5; turbidæ 1; „ arenæ 14; argillæ arenariæ 3; argillæ cum arena mixtæ 5; arenæ marinis conchulis mixtæ 4; deinde fundus „ argillæ ad 102 pedum profunditatem; „ poſt sabulo 31 pedum, ubi foſſio defiit „. Sed jam res ipsa admonet, ut

de

de diverſis corporum intra tellurem latentium ſpeciebus ſummatim diſſeramus.

CAPUT II.

De Terra, Sulfure, & Salibus.

Quid terra?

247. Veteres terram adpellabunt corpus foſſile, ſimplex, friabile, durum, vel in ipſo igne fixum, nec aqua, aere, oleo, aut alcohole diſſolubile. Reaumurius, qui terræ naturam diligentiſſime inveſtigavit, hunc ei veluti nativum characterem aſſignat, quod aqua imbuta intumeſcat, eaque expulsa iterum reſidat; quodque probe ſubacta ductilis reddatur, ac figulorum uſibus apta. Et ſane charactere iſto terra imprimis ſecernitur ab arena, quacum eandem multi confuderunt; nunquam enim intumeſcit arena, nec fit fingendis vaſis idonea, etiamſi in partes tenuiſſimas redigatur.

Et quotuplex?

248. Quatuor ſtatuuntur vulgo terrarum genera. 1) Terra *calcaria* adfuſis acidis efferveſcit, ac ſolvitur; igne in veram calcem abit, aut etiam in vitrum, ſi ſale alcalino, minio, argilla, aut vitro permiſceatur. 2) Terra *gypſea* fer-

ſervorem ab acidis nullum concipit; nec in veram calcem igne vertitur, at abit in vitrum admiſto ſale communi, vel Glauberiano. 3) *Argilla* uſibus figulorum apta eſt; cum acidis non effervescit; ſuccos pingues imbibit; in aqua proprie non solvitur, nec, ſi quidem pura ſit, actione ignis in vitrum, ſed in maſſam duram vertitur. 4) Terra *vitrea* conflandis vitris adhiberi solet; in acidis non aliter solvitur, quam ſi quid alcalici admiſtum habeat, quo caſu igne facillime in vitrum abit, non item in calcem veram, aut in gypsum.

249. Sed longe majus, longeque utilius eſt terrarum natura ſua *fertilium*, atque *ſterilium* diſcrimen. Kulbelus longa inveſtigatione comperit diſcrimen hoc omne in eo verti, quod terræ fertiles plurimum contineant naturæ cujusdam terræ tenuiſſimæ, & ope aquæ diſſolubilis; non item ſteriles, quæ propter ſuam tenacitatem nequeant pluvia, & calore in unctuoſam ejusmodi materiam converti. Eſt autem hæc materia conflata ex aqua, ſalibus, & terra quadam ſubtili unctuoſa; ſalia vero interdum nitroſa, interdum alcalina, vel media ſunt.

Coroll. Atque hinc adparet ratio, propter quam fæcundatur terra admiſto ſimo, limo e ſtagnis lacubusque extracto, lignorum putridorum ſegmentis &c. in his enim rite examinatis plurimum de-

prehenditur ineſſe tenuis ejusmodi, & unctuoſæ terræ.

Scholion. Narrat Reaumurius, eſſe in Turonibus vicos, in quibus ingens habeatur copia concharum foſſilium permiſta fragmentis plantarum marinarum in lapides verſarum. Maſſa hæc a colonis effoſſa per agros diſtribuitur, magnamque iisdem adfert fertilitatem. Terra in agris illis admodum compacta, & compreſſa eſt, ut in ambulacris hortorum; at fragmenta illa permiſta eandem spongiæ ſimiliorem, & aquæ perviam efficiunt; unde aratores longe deinde facilius eam proſcindunt. Hinc autem fit, ut materia illa fæcundans facilius ſolvi, inque ſegetum radices penetrare poſſit. Eadem de cauſſa adhiberi ſolet agris cultura: imo in Ægypto, & quibusdam Britanniæ locis inſuper arena, vel calculi iisdem inſperguntur, quæ idem omnino præſtant, quod fragmenta illa Turonenſium. Genus hoc culturæ jam olim commendavit Virgilius:

Aut lapidem bibulum, aut ſqualentes infode conchas:
Inter enim labentur aquæ, tenuisque ſubibit
Halitus, atque animos tollent ſata. Georg. 2.

Quid ſulfur?

250. Intra telluris viſcera ſulfur etiam copioſum deprehenditur. Eſt autem ſulfur corpus fragile, igne leniſſimo fluens, ad inflammationem aptiſſimum, flammam ceruleam exhibens, vaporemque ſpargens animantibus noxium. Huc revocantur petro-

troleum, naphta, bitumen, lithanthrax, succinum, & ambra, quorum uberior pertractatio peti poterit e vulgatis chemicorum libris.

Quid salia?

251. Salia ſunt corpuſcula admodum adſtringentia, in aqua facile diſſolubilia. Alia vocantur fixa, quæ in igne perdurant; alia volatilia, quæ diffugiunt: alia item acida, alia alcalina, alia neutra, ſeu ex utriſque veluti compoſita. Præcipuæ ſalium ſpecies ſunt: ſal foſſilis, & marinus, ſal ammoniacus, nitrum, alumen, borax, & vitriolum, de quibus item chemici conſulendi ſunt. Nos interea gradum facimus ad explicandam naturam ſaporis, & odoris, quæ a ſulfure, & ſalibus in primis pendet.

Sapor ut eſt in corporibus.

252. Sapor quatenus in ipſis corporibus eſt, conſiſtit in particulis tenuiſſimis, præcipue ſalinis tum fixis, tum volatilibus, quæ ſalivæ humore ſolutæ delicatiſſimas organi fibras varie afficiunt. Primum enim particulas oportere eſſe tenuiſſimas dubitari haud poteſt: debent enim in minutas organi papillas inſinuari, & illic nervorum apices exagitare; ſi tamen adeo ſubtiles ſint, ut impulſiones nequeant facere notabiles, non erunt idoneæ ſapori generando: hinc nullum percipimus in aere saporem. Debere præterea ſaliva ſolvi, non minus in

aperto eſt: unde metalla, vitrum, ſilices &c. quæ saliva solvi nequeunt, non habent saporem; imo ne cibi quidem sapiunt iis, qui propter febrium ardorem salivæ defectu laborant. Denique corpuscula illa salina cumprimis eſſe, admodum probabile eſt: ea enim in materiis omnibus tum animalibus, tum vegetabilibus, quibus vesci solemus, maxima copia præſto sunt, & ſiquidem iis corpora quæpiam exspolientur, saporem perdunt. Ad hæc particulæ salium pro varietate figuræ, molis, & quantitatis aptiſſimæ sane sunt pervellendo guſtus organo, atque excitandis diverſiſſimis saporum perceptionibus.

Coroll. 1. Sicut ergo umbræ coloribus permiſtæ variandis duntaxat imaginum formis, non oculo afficiendo deserviunt; ita corpuscula terrea, & sulfurea salibus consociata saporum tantummodo efficiunt varietatem, aqua autem, & succi solum vehicula sunt, & menſtrua salibus diſſolvendis apta, ut ſic pervellendis linguæ, palatique fibris reddantur idonea.

Coroll. 2. Quando salia aliorum corpusculorum temperatione non mitigantur, sunt inſtar pugionum, ut Catius loquitur, faciuntque violentas in organo contorſiones, unde sapores ingrati, & acres exſiſtunt, ut in aceto: at ſi involvantur particulis olei, aut sulfuris, aculei quodammodo incruſtati leniter afficiunt sensum, saporemque dulcem exhibent, ut in sacharo.

Scho-

Scholion. Saporum ſpecies omnes acidum, ac dulcem inter continentur, facileque perſpicitur ingens earum varietas, ſi tum ipſa ſalium diſſimilitudo, tum varia cum extraneis corpuſculis conſociatio perpendatur. Quanquam ſaporum diſſimilitudo interdum a ſola noſtra phantaſia, aut organorum conſtitutione pendet: certe potum, quem ante averſabamur, ſæpe deinde cum aviditate ſumimus, tametſi eaſdem conſtanter faciat in organo impreſſiones. Maxima autem naſcitur ſaporum varietas e diverſis permiſtionibus: hinc ſuccus auſterus fructuum immaturorum ſola digeſtione miteſcit: acetum plumbo & ſtanno imbutum dulceſcit; prægustato vitrioli ſpiritu tabacæ fumus mellis ſaporem induit.

Sapor ut eſt in organo.

253. Primaria guſtus organa ſunt papillæ quædam, ſeu nervulorum apices per totam linguam ſparſi, perque varios ramos, ac per ipſum noni paris nervum ad cerebrum uſque pertinentes. Nimirum lingua tunicis pluribus involvitur; extima ſatis denſa inſtar epidermidis eſt, altera hanc excipit viſcida, ac veluti cribrum undique pertuſa; ſub hac ſita eſt membrana papillaris, e qua ingens promicat apicum nerveorum copia, qui pervadentes tunicam illam viſcidam ad epidermidem uſque extenduntur. Apices hi microſcopio inſpecti cavi adparent, inque eorum fundo eminent nervulorum

cuſpides, quos varie commovent, & exagitant ſalium particulæ. Cuſpides hæ ſunt admodum irritabiles, ac proinde excipiendis ſaporum impreſſionibus aptiſſimæ. Certe ſi ſal imponatur iis linguæ partibus, ubi apices illi non adparent, nullus percipitur ſapor.

Scholion. Apices hi, vel, ut vocant, papillæ non in lingua ſolum, ſed etiam in palato, in labiorum internis parietibus, in oris fundo ſparsæ ſunt magno numero: imo Catius etiam ad œſophagum, & ſtomachum eas extendit, adeoque quod in ore guſtum, idem in his famem, atque ſitim eſſe arbitratur. Sed utcunque iſtud ſit, illud ſatis exploratum eſt, etiam absque lingua percipi ſaporem poſſe. Juſſieus puellam memorat ſine lingua natam guſtu minime caruiſſe. Salmurienſis quidam chirurgus apud Catium refert, puero octenni e variolis laboranti linguam gangræna exeſam fuiſſe nullo relicto veſtigio, eundem tamen ſapores omnes probe diſtinxiſſe. Confer, ſi libet, Monum. Acad. Paris. A. 1718. Ex his autem ſequitur pro varia linguæ, & palati affectione mutari ſaporis ſenſum, quemadmodum experiuntur morbidi, ac ætate provectiores. Hinc etiam in convaleſcentibus vix ulla eſt ciborum, aut potionum appetentia; bilis enim, aut alius vitioſus humor adhuc in papillis ſupereſt. Imo uſu quoque hebeſcit quodammodo ſaporis ſenſus, & ſi teneros nervorum apices generoſi ſpiritus

cre-

crebro afficiant, redduntur minus irritabiles. Hinc fortibus aſſueti potionibus, e. g. ſpiritui vini, commune vinum parum generoſum experiuntur: contra potores aquæ ſolent eſſe guſtu valde exquiſito.

Odor ut eſt in corporibus.

254. Odor in olente corpore ſitus eſt potiſſimum in particulis ſalium volatilium, quæ cum ſulfureis conſociatæ, & a corporibus effusæ ad ſensum afficiendum reſpiratione deferuntur. Ejusmodi enim ſalia volatilia pervellendo odoratus organo accommodatiſſima ſunt, & pro varia ſulfureorum corpuſculorum conjugatione omnem odorum familiam præſtare poſſunt. Si vel ſolutione, vel diſtillatione, aliave operatione chemica partes hæ volatiles expellantur, corpus odorem perdit: iisdem denuo reſtitutis recipit, quemadmodum in effœto moſcho, atque in zibetho experimur.

Coroll. 1. Quidquid ergo exſpirationem corporum ſale volatili abundantium adjuvat, odorem eorundem auget, ut ignis, fermentatio, putrefactio, quæ poſtrema ſpeciem odoris plerumque mutant, quia nativus corpuſculorum volatilium nexus motu illo inteſtino diſſuitur.

Coroll. 2. Flores olentes æſtu nimio ſere languent propter nimiam exhalationem; & ſiquidem radii ſolares eorundem halitus multum attenuaverint, odore deſtituuntur: hinc eorum quidam tunc pri-

mum fragrare incipiunt, quum ardor diei mitigatus eſt.

Coroll. 3. Odorem reſpiratione adduci ad organum in comperto eſt; nam cohibendo ſpiritum nihil quidquam poſſumus odorare. Idem confirmat notiſſimum Loweri experimentum: cum ille cani aſperam arteriam præcidiſſet, vulnusque deinde conſanaſſet ita, ut non jam per os, & nares, ſed per ſolum guttur ſpiritum ducere cogeretur, deprehendit eum odorationem omnem cum voce perdidiſſe.

Odor ut eſt in organo.

255. Organum odorationis præcipuum eſt membrana, ut vocant, pituitaria, quæ oſſeas narium laminas veſtit, conſtatque potiſſimum fibris nervi olfactorii, ſeu primi paris, prominentibus inſtar papillarum cavarum ſubtili quodam ſpiritu refertarum. Papillæ hæ & multum irritabiles ſunt, & ad cerebrum uſque pertinent, ſuntque continuationes ejusdem membranæ, quæ fauces, os, œſophagum, & ſtomachum veſtit: unde odoratus, & guſtus plurimum inter ſe conveniunt.

Coroll. 1. Hebeſcit hoc organum uſu odorum fortiorum, ut patet in iis, qui tabaca, & ſuffimentis utuntur: humoribus item nervulos obſtruentibus, quod evenire ſolet rheumate laborantibus. Sed & crebra ſanguinis e naribus fluxio illud vitiat, id quod in me ipſo experior:

hac

hac enim de cauſſa jam ante complures annos omnem omnino odoratum perdidi.

Coroll. 2. Præter nervum olfactorium ingreditur nares etiam ramus quidam nervi ophthalmici, quemadmodum alibi oſtendimus; hac autem duorum organorum mutua communicatione efficitur, ut hauſto forti quodam odore illacrymemur, & in pleno radiorum solarium oculos subeuntium lumine ad ſternutamenta cogamur.

CAPUT III.

De Lapidibus, & Metallis.

Origo lapidum.

256. Lapides intra tellurem continenter formari, & concrescere perſpicuum eſt. Nam ſæpe videmus exhauſtas latomias poſt longum annorum intervallum denuo impleri. Refertur in Monum. Acad. Paris. A. 1738 lapicidina quæpiam, e qua jam longiſſimo tempore eruuntur ſilices, neque tamen unquam deficiunt: nam obſtructis foſſis poſt annos complures iterum renaſcuntur.

257. Non minus in aperto eſt eosdem e ſucco quodam ſaxeo coaleſcere. Nam 1) crebro deprehendimus ligna, plan-

tas, oſſa &c. in lapidem verti, in quibus solvi utique debet partium vinculum, partesque ipsæ exedi, ac in calcem redigi, quod effici nequit niſi a ſucco lapidosa corpuscula advehente. 2) Sæpe in duriſſimis ſilicibus gemmæ, oſſa, cornua inclusa reperiuntur. Eſt hic apud nos jaspis, in cujus medio lignum viſitur. Inventa fuerunt Romæ in marmorea quadam ſtatua quatuor ferri fruſta admodum ponderosa, quibus veteres ad eruendos lapides utebantur; hæc in latomiis relicta marmore senſim incruſtata sunt, ſicuti jam alias diximus ligno vitriolum induci. Vidi ipse dentem equi medio e saxo erutum.

Scholion. Putavit Tournefortius lapides plantarum more nasci e seminibus, aut minutis ovis: at hæc ejus opinio obſervationibus omnibus adversans deprehensa, atque adeo antiquata eſt. Sane concretio lapidum absque ullo semine facile intelligi poteſt. Nempe quum humor ille saxeus senſim exspirat, particulæ salinæ, terreſtres, & arenosæ arctius ad se accedunt, mutuisque viribus copulantur. Nonne videmus sola exspiratione aquæ salsæ salia in criſtalla concrescere? Simillima plane eſt origo criſtalli in cavernis ſubterraneis, cupri in Ungaria, cruſtarum lapidearum in canalibus &c. Quo autem lentius exspirat humor, & quo plus continet minutarum ejusmodi laminarum, e quibus criſtalla conſtant, eo solidior, minusque opacus lapis generatur.

ratur. Huc pertinent concretiones teſtarum, quibus quorundam animalium corpora circumdata ſunt. De concharum origine videri poteſt Diſſert. Reaumurii in Monum. Acad. Paris. A. 1709. Ibid. de conformatione ſquamarum in piſcibus A. 1716. Nos his omiſſis agemus breviter de iis lapidum generibus, in quibus occurrunt quædam ſingularia.

Silex.

258. Peculiaris eſt natura *ſilicis*. Vincit firmitate vulgares lapides, ipſumque criſtallum: pellucet aliquantum: chalybis attactu ignem copioſum fundit: figuram globoſam affectat quodammodo: quando dirumpitur, fragmenta exhibet polita, nullis vel granis, vel fibris exaſperata. Lapides omnes hiſce characteribus inſignes ad ſilicem revocantur.

Scholion. Silex inter opacos, ac plene pellucentes lapides intermedius ſic ſe ad illos habet, quemadmodum porcellana ad vaſa noſtra fictlia opaca, & ad vitrum: ſicut enim hæc poſtrema ſolo vitrificationis gradu differunt; ita ſilex a vulgari lapide, & criſtallo ſola criſtallinarum lamellarum copia diſcrepat. Hinc ſi vulgares lapides jam formati denuo veluti petrificentur, in ſilicem abeunt: unde ſæpe invenimus ſilices dimidia tantum parte perfectos; ſæpe item in iis nucleos deprehendimus nondum plene elaboratos. Eadem ratione omnis generis terræ compactæ in ſilices verti

poſſunt. Conf. Reaumur. in Monum. Acad. Paris. A. 1721, 1723.

Lapides figurati.

259. Lapides figurati, qui certorum oſſium, plantarum, concharum &c. formam referunt, ortum ſine dubio habent a variis effuſionibus marium, quibus ejusmodi corpora ad varias telluris regiones delata lapidum naturam ſenſim induerunt. Cenſet Juſſieus maria Indica univerſam Europam quondam inundaſſe, indeque conchilia late per continentem diſperſa eſſe.

Turcois.

260. *Turcois* colore ceruleo, quem ultramarinum vocant, effulget; duritie vix æquat criſtallum, aut pellucentem ſilicem. Naſcitur ex oſſibus animantium ſucco lapideo imbutis, ac ignis ope colorem illum ceruleum acquirentibus. Nam eorum mineræ paſſim dentium, crurum, femorum &c. formas referunt, & quum adhuc imperfectæ ſunt, ſtructuram oſſium ſatis luculente exhibet.

Scholion. Turcoides imperfectos complures in examen vocavit Reaumurius, atque apertiſſima in iis oſſium veſtigia deprehendit. Dum eruuntur, colorem terræ Tripolitanæ, vel candorem præ se ferunt: venulas tamen habent obſcuras, ad profundum ceruleum accedentes, qui color in laminis tenuiſſimis admodum conſpicuus eſt. Color his veluti cellu-
lis

lis incluſus actione ignis, cui lapis exponi ſolet, per totam ejus maſſam diſtribuitur, eoque ipſo clarior efficitur. Quodſi in turcoide obſcuræ id genus venæ pauciſſimæ inſint ignis actione colorem vix ullum concipit, qui quidem in venis illis ſemper eſt magis notabilis, quam in locis interjectis. Conf. Monum. Acad. Paris. A. 1715. In iiſdem Monumentis ad annum 1719 legimus oſſa in ſaxum verſa veram turcoidum indolem in igne induiſſe.

Bezoardus.

261. *Bezoardus* eſt lapis in quibuſdam animalibus genitus, conſtans cruſtis pluribus, ac laminis concreſcentibus. Plerumque reperitur in ſtomacho capræ cujuſdam ſilveſtris, quæ herbis veſcitur aromaticis: imo plures non raro inſunt in eodem ſtomacho tam figura, quam magnitudine diſcrepantes. Singuli autem conſtant plurimis laminis colore ſubviridi, quæ calore diſſociari ab invicem poſſunt. Nucleus durus, probeque compactus eſt, ac ſæpe continet paleas, pilos, ſilices, ligna, ſemina &c. quorum figuram Bezoardus ipſe plerumque refert.

Calculus veſicæ.

Scholion. Ad Bezoardum revocari poteſt lapis veſicæ, ſeu calculus, quem cenſet Littreus non gigni in veſica ipſa, cum ejus amplitudo, atque apertura major

jor

jor ſit, quam ut in ea ſiſti, & concreſcere poſſint arenæ tenuiſſimæ, præſertim urina fere cum impetu aliquo erumpente. Putat proinde calculos in renibus coaleſcere, indeque per ureterum ductus in veſicam deferri, e qua, ſi minores fuerint, cum urina effluant; ſin autem paululum increverint, aut viſcida quadam materia involvantur, reſiſtant, & continenti acceſſione augeantur. Profecto arenæ grana in renibus non raro deprehendi certum eſt. Conf. Monum. Acad. Paris. A. 1720. Poſſunt fortaſſe calculi etiam intra veſicam eo modo generari, quo ſpiritus vini ſubtiliſſimus cum urinæ ſpiritu permiſtus concreſcere ſolet, quem utrumque ineſſe in humano corpore perſpicuum eſt.

Margaritas.

262. *Margaritas* eſſe ova concharum, aut mytulorum complures exiſtimant: at cum obſervationibus magis ea ſententia congruit, quæ ſtatuit easdem oriri e ſucco de ruptis pinnarum marinarum vaſis egrediente, ac inter duas membranas concreſcente: ſane margaritæ conſtant lamellis ſibi aſſociatis, quemadmodum calculi veſicarum, aut Bezoardi, ipsæque pinnarum teſtæ, quarum colorem quoque perfecte præ ſe ferunt. Margaritæ habentes inæquabilem ſuperficiem, coagmentantur e pluribus minoribus cruſta quadam communi incluſis. Veteres in una concha unicam tantum deprehendi opi-

opinabantur, unde & *unionem* fortaſſe nominabant.

Scholion. Nemini mirum videri debet, quod pinna, quæ tam copioſum habet ſuccum conformationi teſtæ diſtinatum, ſatis ejuſdem habeat pro concretione minuti lapidis, ſi ſuccus formandæ teſtæ impendendus morbo quopiam de vaſis effuſus intra membranas colligatur. Ex eo ſucco unionem gigni vel illud luculento argumento eſt, quod eo ſemper colore deprehendatur, quem habet ea conchæ ſuperficies, cui proximus eſt. Præfert autem interna conchæ ſuperficies verſus cuſpidem colorem argenteum; verſus alterum extremum largius rubet inſtar ambræ: unde & uniones illi reſpondentes albi, huic vero proximi rubicundi ſunt. Præterea quemadmodum duæ illæ concharum partes non colore modo, ſed etiam textura ipſa differunt; nam pars argentea conſtat foliis tenuiſſimis ſibi impoſitis, pars rubea filis ſibi adplicatis: ita uniones iiſdem reſpondentes textus diſſimiles exhibent, ſi frangantur: nimirum argentei circulos concentricos offerunt, rubei fila a centro verſus perpheriam radiorum inſtar protensa. Conf. Monum. Acad. Paris. A. 1717.

Corallium.

263. De *corallio* non parva eſt apud naturæ inveſtigatores diſceptatio. Juſſieus arbitratur eſſe animal teſtæ incluſum, atque in lapidem verſum. Alii exiſtimant cre-

creſcere inſtar ſtalactitis, qui in cavernis ſubterraneis e guttis lapidei ſucci ſenſim coaleſcit. Marſiglius putavit ſe flores in corallio deprehendiſſe; hinc refert illud in plantarum familiam. Reaumurius ex eodem, quod ad corticem attinet, plantam paraſitam facit. Et ſane circumdatur cortice reliqua ejus maſſa molliore, ac rariore, qui refertus eſt rotundis tubulis ſola microſcopiorum ope conſpicuis. Tubuli hi pleni ſunt ſucco quodam viſcido, qui in recenti cortice lactis candorem habet; at ſubinde condenſatus colorem croceum nonnihil rubeſcentem induit. Interna corticis ſuperficies plena eſt minutis glandulis, facileque revellitur a recenti corallio; ac tunc nudata ejus ſuperficies adparet ſulcata canalibus a baſi ad extremos ramos pertinentibus: imo ipſum etiam corallii corpus cellulis ſucco antea memorato plenis undique refertum eſt, ſed quæ non obſervantur, niſi in ſola ſuperficie. Hinc admodum probabile eſt, vigere corallium ope corticis, & canalium infra eundem occurrentium, quibus ſecretus, ac veluti filtratus ſuccus per omnes cellulas diſtribuatur, atque ad extremos uſque ramos propagetur, inque lapidem ſenſim vertatur; & quemadmodum conchæ ſunt lapides geniti ab animalibus, ita corallia eſſe lapides genitos a plantis. Conf. Monum. Acad. Parîs. A. 1727.

264.

Magnes.

264. *Magnetis* cum ferro affinitas luculenta eſt: nam fere intra ferri mineras eruitur, ac igni ſubjectus chalybem fundit, ut adeo a multis in metallorum potius, quam lapidum cenſum referatur. Profecto ferrum aut longo ſitu, aut artificioſa quapiam præparatione omnes magnetis proprietates conſequitur, quæ quidem & multiplices, & plane admirabiles ad quinque hæc capita revocantur. 1) Magnes magnetem, aut ferrum eadem vi imbutum uno polo ad ſe allicit, alio repellit: poli hi ferrea lamina armati majorem conſequuntur efficaciam. 2) Quum libere pendet, ad loci meridianum ſeſe accommodat, ita, ut polis ſuis borealem, atque auſtralem plagam reſpiciat. 3) Si acus magnetica in hypomochlio ſuo innixa ſupra lineam meridianam collocetur, ad plagas ante memoratas accurate non dirigitur, ſed pars borealis hic quidem apud nos verſus occaſum nonnihil declinat. 4) Eadem acus pars verſus horizontem paululum inclinatur. 5) Singulæ hæ proprietates varîis prorſus, mirisque modis ferro communicantur. Eſt apud nos magnes artificioſus molis mediocris ab Hellio noſtro concinnatus, qui attrahit libras quinque ſupra viginti.

Scholion. Phænomena magnetis tanta occurrunt varietate, ut iis vel enumerandis volumine opus eſſet peculiari. Quod ad theoriam attinet, nihil allatum eſt hactenus, in quo acquieſcere poſſit ani-

animus. Intellexi e Boscovichio in ea Londini elaborare virum præſtantiſſimum, qui miras in magnete deprehendit proprietates, inter quas & illa eſt, quod poli mutari, & in partem quamcunque transferri pro arbitrio poſſint. Nos interea generatim quædam e Boscovichio ipso adnotabimus. „ Quod ad magneti„ cam, inquit, vim pertinet, adnotabo „ illud tantummodo, ejus phænomena „ omnia reduci ad solam attractionem „ certarum ſubſtantiarum ad se invicem. „ Nam directio, ad quam & inclinatio, „ & declinatio reducitur, repeti utique „ poteſt ab attractione ipsa sola. Vide„ mus acum magneticam inclinari ſtatim „ prope fodinas ferri, intra quas idcirco „ nullus eſt pyxidis magneticæ usus. Si „ ingens adeſſet in ipſis polis, & in iis „ solis, maſſa ferrea, omnes acus ma„ gneticæ dirigerentur ad polos ipsos; „ sed quoniam ubique terrarum fodinæ „ ferreæ habentur, ſi circa polos eædem „ ſint in multo majore copia, quam ali„ bi, dirigentur utique acus polos ver„ sus, sed cum aliqua deviatione in „ reliquas maſſas per totam tellurem „ dispersas, quæ poterit nunquam cer„ tum superare graduum numerum, niſi „ plus æquo ad fodinam aliquam acce„ datur. Declinatio ejusmodi diversa „ erit in diverſis locis, ob diversam eo„ rum locorum poſitionem ad omnes ejus„ modi maſſas, & vero etiam variabitur, „ cum fodinæ ferri & deſtruantur in

„ dies,

„ dies, & novæ generentur, ac augeantur, & minuantur in horas. Variatio intra unum diem exigua erit, cum eæ mutationes in fodinis intra unum diem exiguæ ſint: procedente tempore evadet major, eritque omnino irregularis, ſi mutationes, quæ in fodinis accidunt, ſint etiam ipsæ irregulares.

„ Quod autem ad attractionem pertinet, eam in particulis haberi poſſe patet, & ab earum textu debere pendere: plurima autem sunt magnetiſmi phænomena, quæ oſtendant, mutata diſpoſitione particularum generari magneticam vim, vel deſtrui, & multo frequentius intendi, vel remitti, cujus rei exempla paſſim occurrunt apud eos, qui de magneticis agunt. Poli autem ex altera parte attractivi, & ex altera repulſivi, qui habentur in magnetiſmo, itidem cohærent cum theoria; cum virium summa ex altera parte poſſit eſſe major, quam ex altera. Difficultatem aliquam majorem parit diſtantia ingens, ad quam ejusmodi vis extenditur: at fieri utique id ipsum poteſt per aliquod effluviorum intermedium genus, quod tenuitate sua effugerit hucusque observantium oculos, & quod per intermedias vires suas connectat etiam maſſas remotas, ſi forte ex sola diversa combinatione punctorum habentium vires ab eadem illa mea curva expreſſas id

„ etiam

„ etiam phænomenon provenire non
„ poſſit „.

Metalla.

265. Inter naturas globum hunc terreſtrem componentes sunt etiam *metalla* perfecta, & imperfecta. Sunt autem perfectorum species. 1) Aurum omnium ponderoſiſſimum, & maxime ductile. 2) Mercurius poſt aurum graviſſimus, qui figi ſine arte non poteſt, niſi ope vehementis frigoris. 3) Plumbum mercurio levius, molle, ac plurimum flexile. 4) Argentum. 5) Cuprum. 6) Ferrum. 7) Stannum omnium leviſſimum. Metalla imperfecta his fere generibus continentur. 1) Arsenicum. 2) Cobaltum. 3) Bismuthum. 4) Zincum. 5) Cinnabaris. 6) Antimonium, ſive ſtibium. Hæc omnia in Ungaria incredibili copia reperiuntur.

266. Communes metallorum proprietates hæ fere sunt. 1) Sunt naturæ peculiares a ceteris corporibus plurimum discrepantes. 2) Majore pollent pondere, quam corpora cetera nobis quidem cognita. 3) Igne liquescunt, at alia aliis vehementiore. 4) Multum inter se differunt ductilitate, colore, & pondere. Gravitatem eorum specificam hæc tabella exhibet:

Metalla	Gravit. Specif.
Aurum - - - -	1368
Mercurius - - -	- $977\frac{1}{7}$
Plumbum - - -	- 828
Argentum - - -	- 744
Cuprum - - -	- 648
Ferrum - - - -	- 576
Stannum - - -	- $532\frac{4}{5}$

Eorundem origo.

267. Origo metallorum origini lapidum perquam ſimilis eſt. Extat nimirum intra terræ viscera succus quidam genitor metallorum particulis refertus, qui dum per lapidum venas, & anfractus commeat, earum particularum accumulatione metalla perfecta, atque imperfecta generat. Argumenta hanc in rem suppetunt hujusmodi. 1) Sæpe reperimus in plantis metallica corpuscula, quæ sane non niſi ope succi nutritii in eas delata sunt. 2) In solidiſſimis metallorum receptaculis, seu mineris inclusa non raro insecta deprehenduntur: quamobrem neceſſe eſt, ut eæ antea molles, ac fluidæ fuerint, senſimque induruerint. 3) Inveniuntur item sæpe mineræ metallorum jam effœtæ, ac exinanitæ, avolantibus ope caloris, aut solutionis metallicis corpusculis, quæ in alias delata anguſtias denuo concrescant. Certe ars ipsa poteſt aptis menſtruis metalla omnia solvere, atque volatilia reddere. Quare in aperto eſt ha-

haberi in tellure ſuccum id genus corpuscula ſecum vehentem. Unde autem ipsa hæc corpuscula coaluerint, chemicis in ultima rerum principia inquirentibus examinandum relinquimus.

Coroll. Cum in ea halituum metallicorum diſtributione diversa corpuscula varie ſibi occurrere, & conſociari poſſint, peregrinum videri non debet, quod metalla omnia ſuis in mineris varie permiſta ſint. Pro certa tamen in certis mineris pororum ſtructura, pro ſuperficierum convenientia, imprimis autem pro vario cohærentiæ gradu in certis lapidibus certi generis metalla copioſius colliguntur, ita ut ſi ſaxa in venis mutentur, metalli quoque generandi ſpecies varietur.

Scholion. Vaniſſima alchimiſtarum natio artem profitetur auri, argentive parandi: quæ res tametſi forte vim artis humanæ non ſuperet, anceps nihilominus, atque ſumtuoſa eſt; nec ulli hactenus ceſſit e ſententia: certe videmus plerosque auri fabricatores decoctis fortunis ſuis ad extremam inopiam deveniſſe. Putavit equidem aliquando Geoffroyus ſe ex argilla, & oleo lini ferrum composuiſſe; at oſtendit Lemeryus ea operatione ferrum ex vero non confieri, ſed latentes in argilla ejusdem particulas duntaxat colligi. Sicubi autem confectum adparuit, illic fraudolentus artifex pulveres aureos, fruſtave exilia indidit carbonibus, aut ſpatulæ, qua maſſam verſabat, aut certe follium ignem incitantium faucibus.

CA-

CAPUT IV.

De Plantis.

Quid planta?

268. Emergamus jam ex imis telluris antris, plantasque in ejuſdem ſuperficie creſcentes brevi cogitatione luſtremus. Venit autem plantæ nomine corpus hygraulicum, organis exquiſitis inſtructum, cujus partes omnes ita comparatæ, & conſtructæ sunt, ut nutrimentum de terra capere, digerere, apte undique diſtribuere poſſint.

Organa plantarum præcipua.

269. Machinæ ejusmodi hygraulicæ partes præcipuæ sunt: 1) Radix conſtans cute duplici, atque medulla, cujus ope planta in solo defigitur, ſuccumque nutritium ex eodem accipit. Cutis exterior tanquam epidermis innumeris pertusa eſt foraminibus, per quæ humor, & aer in radicem ſese inſinuant. Cutis interior, & craſſior conſtat fiſtulis lymphaticis varie conjugatis, inter quas occurrunt tracheæ, seu canales paulo ampliores aere pleni, itemque utriculi, seu cellulæ succo refertæ, quarum series tum verticaliter, tum horizontaliter per plan-

plantam porrigitur. His ambitur medulla ſpongiæ ſimilitudinem referens, plena receptaculis enatis ex utriculis.

2) Radicem caudex, seu truncus plantæ excipit, iisdem fere conſtans partibus. Includitur cortice, qui eſt textum quoddam lignearum fibrarum retis formam exhibentium, quarum interjectus replentur utriculis. Cortici ſubjectus liber utriculos minore numero complectitur; at pluribus fibrarum ordinibus, arctiusque consertis conſtat: Partibus hisce includitur lignum, fiſtulis lymphaticis, tracheisque admodum compactis conſtans longe paucioribus utriculis interpoſitis. Medulla intima caudicis pars eſt quædam utriculorum coagmentatio; e quibus fibræ tenuiſſimæ ad corticem usque protenduntur, quarum extrema in gemmas, ac ramos abeunt.

3) Gemmæ sunt quidam quaſi plantarum embryones, qui tempore autumni sub cute quapiam squamosa delitescentes anno insequente novos ramos progenerant. In his adeo jam omnia ramorum initia, corticem, fibras, medullam, utriculos contineri neceſſe eſt. Fibræ de ramis excurrentes explicantur in folia lata ſuperficie, flexibusque tortuoſis. Caudex folii per totam ejusdem longitudinem pertinens reticuli inſtar undique explicatur, utriculis innumerabilibus interpoſitis.

4) Flos plantæ incumbit calici, seu foliis quibusdam viscidis, quæ adpellantur

tur etiam perianthia. Ex his emergunt petala, tenera ſcilicet illa folia, quæ mirabilem illam colorum varietatem exhibent. E floris medio eminent fila quædam, quorum capita antheræ vocantur, continentque pulverem tenuiſſimum, fæcundando ſemini neceſſarium. Inter ea fila viſitur germen, ſive ſeminis rudimentum, cujus apex ſtigma dicitur, pes autem ſtigmatis cum germine illud connectens ſtylus nuncupatur.

5) Semen eſt quoddam quaſi plantarum ovum, quod antherarum polline fæcundatum, ac humore imbutum novam plantam generat. Tres habet præcipuas partes: corculum videlicet, ſeu novæ plantæ rudimentum, plumulam, quæ eſt apex corculi ſquamoſus, & radicula, quæ eſt pars corculi deſcendens. Incluſa plantæ lineamenta facile cernuntur in faba, vel amygdalo, in quibus viſitur embryo in medio, cujus cuſpis abit in radices, pars altera in caudicem, folia, & ramuſculos. Poſtquam exilia vaſa humore intumeſcunt, atque adeo explicantur, caulis complures protrudit gemmas, e quibus rami, & novæ plantæ oriuntur. Neque inter ſemen, & gemmas diſcrimen aliud eſt, quam quod hæc de fibris ſtipitis, illud, quum explicatur, ſuccum de radice hauriat. Sane ſi gemma terra obruatur, radices procreat; ſi extra eandem emineat, ramos gignit.

Scholion. Plantam omnem flore, & fructibus inſtrui hodie in comperto eſt.

Semina in muſco deprehendit Linnæus; flores in lemna Valisnerius, in fuco Reaumurius, in pilularia Juſſiæus, in fungis Michelius. Fructum omnem flos antecedit, ſicuti generatio partum in animantibus. Plantarum conceptio fit illapsu pollinis antherarum in nuda ſtigmata, quo rumpitur pollen, efflatque auram quamdam seminalem, ut jam obſervationibus innumeris compertum eſt. Siquis plantarum, atque animantium convenientiam plane pernoſſe cupit, Linnæum adeat: profecto deprehendet sapientiſſimum fuiſſe illud veterum effatum; plantas non aliud eſſe, quam inversa animalia, adeo luculenta eſt inter utraque ſimilitudo: Flos, qui antheras continet, masculus; qui ſtigmata, fæmineus; qui utraque, hermaphroditus dicitur. Hinc planta ipsa, quæ solis masculis gaudet floribus, mas; quæ solis fæmineis, fæmina; quæ solis hermaphroditis, hermaphrodita; quæ masculis & fæminis ſimul, androgyna; quæ denique hermaphroditis, & fæmineis, aut masculis ſimul, polygama apud botanicos adpellatur.

Seminis fæcunditas.

270. Semen fæcundatur ab antherarum polline in ſtigma delabente, indeque in seminis capsam sese inſinuante. Nam 1) ipsa antherarum, & ſtigmatum naturalis collocatio manifeſte loquitur, pulveres illos eum in finem eſſe deſtinatos: ſicubi ſtigmata altius eminent, ad antheras se

ſle-

lectunt; ubi autem piſtilla humiliora
ınt, antheræ ad ſtigmata inclinantur. 2)
'lantæ piſtilliferæ nunquam ſponte na-
cuntur in eadem terra, ſed ambæ pro-
reantur ex eodem ſemine. 3) Si pluviæ
ollinem ante tempus ebibant, aut ſta-
nina ſuccidantur, nunquam e flore na-
cetur ſemen in germen abiturum. 4)
'lantarum cultores in Perſia, & Arabia
licuntur pulveres hos e maſculis dacty-
orum floribus colligere, inque fæmineos
ertilitatis cauſſa ſpargere. 5) Narrat
Linnæus rhodiolam in horto Upſalenſi
terilem fuiſſe ab anno 1702; & cum
ınno 1750 mas adduceretur, ſemina
protuliſſe.

Scholion. At de modo ipſo, quo ſemini
ope hujus pollinis fæcunditas concilia-
ur, quæſtio perobſcura eſt. Sunt, qui
putent eos antherarum pulveres non
aliud eſſe; quam minutas plantulas, in
ſubjectam ſeminum capſam tanquam in
ıterum delabentes, atque ita ſterilia ſe-
mina fæcundantes, eadem plane ratione,
qua vermiculos cum ſemine animalium in
ova fæminea deferri cenſuit Leewenho-
ekius. Verum probabilior mihi quidem
eſt Grewii ſententia, qui exiſtimat ha-
litus ſulfureos, ac elaſticos e polline illo
velut exploſos in ſeminum capſam ſu-
beuntes tenerrima plantarum germina
blande diducere, agitare, & ad inchoandas
actiones vitales quaſi excitare, quemad-
modum in animalium generatione uſu-
venire veritati admodum eſt conſentaneum.

Origo plantarum?

271. Plantas omnes de ſemine naſci nemo jam in dubium vocare ſapienter poteſt, poſtquam incredibilis botanicorum diligentia etiam in fungis, muſco, aliiſque, in quibus res erat non parum ambigua, ſemina deprehendit. At habebantur ſemper graviſſima in hanc ſententiam argumenta. Nam 1) quemadmodum e gallinæ ovo nunquam aliud animal progignitur, ita plane ex eodem ſemine nunquam diverſæ generantur plantæ: quare ſicut in ovo animal jam contineri debet; ita in ſemine plantæ rudimenta ineſſe neceſſe eſt, quæ nutrimento accedente ſpeciem veluti determinent. 2) Terra profundius eruta, in quam nihil ſeminis vento, aut pluvia delatum ſit, nihil unquam procreat, tametſi irrigetur, ſicut operoſe tentavit Malpighius. 3) In plantis pleriſque ſemen jam pridem deprehenſum fuit: idem ergo de aliis quoque par erat opinari. Certe eas etiam aves ex ovo procreari exiſtimamus, quarum ova nunquam vidimus.

Scholion. Sicubi abſque ſemine enaſci plantæ videntur, illuc ſine dubio ſemina delata ſunt ab avibus, ventis, pluviis &c. Occurrit nodus alius paulo difficilior: utrum nempe ſemina a plantis ipſis procreentur; an omnia jam initio mundi condita, primiſque plantis a Deo incluſa, duntaxat explicentur, atque vigere incipiant

iant. Qui poſteriorem ſententiam defen-
unt, putant mirabilem illam ſeminis ſtru-
turam, in qua prima germinis linea-
nenta tanto artificio elaborata eluceant,
planta effici omnino non poſſe. Verum
robabile eſt complures organicas partes
n plantis ſenſim efformari: quis enim
nducat in animum omnem illum fibra-
um apparatum, atque utriculorum in-
iumerabilitatem in primo germine latuiſ-
e? nihil certe continet horum confor-
matio, quod peragi intra plantam ne-
queat ope nutritii ſucci, aeris item, at-
que caloris adjumento. Si autem iſta con-
fieri poſſunt, non eſt, cur eodem artifi-
cio nequeat ſemen ipſum coaleſcere.

Incrementum.

272. Poſtquam fæcundatum ſemen in terra reconditur, primum leni calore membranarum fibræ laxantur, porique dilatantur. Deinde humor ſenſim ſe inſinuans varie colatur, ſecernitur, atque nutrimento idoneus redditur: hinc detracto cortice, tanquam primo ſucci præparandi inſtrumento, ſemina emoriuntur. Quum vero ſuccus in radiculam, medullamque ipſam penetrat, tum vero tota maſſa fervet, apex aperitur, & ſe in veram radicem explicare incipit, ac inſtar capillorum terræ adhæreſcit. Aucta ſenſim radice vividior humoris portio in ipſum corculum ſubit, inque eo caudicem, ramos, folia diſtendit, quæ rumpunt folia ſeminalia, atque de terra extrudunt.

Scholion. Quæſtio hoc loco enaſcitur perdifficilis, quonam pacto fiat, ut, quamvis ſemen inverſo ſitu, hoc eſt, radicula in ſublimi poſita in terram inſeratur, nativam tamen poſitionem continuo recuperet, radicula ad ima deſcendente. Multi ingenioſe magis, quam probabiliter multa excogitarunt. Mairanus ad exhalationes ignis centralis germen impellentes confugit: at has ſolas non ſufficere facile quiſque videt: cur enim eædem incurſu ſuo ſemen legitime inſitum non perinde invertunt? Propenſior eſt ad veritatem Scherfferi opinatio. Prima nempe de ſemine erumpit radicula, ſeque terræ objicit, caudice intra ſeminalia folia adhuc delitescente. Succus viſcoſus eidem adhærens a terra abſtergitur, aque ita ingreſſus humori aperitur, qui natura ſua ima petens adhærescentes radiculæ capillos deorſum inflectere poteſt: ſuccus autem ille viſcidus abſtergitur tritu terræ, ac radiculæ mutuo: vel ab argilla abſorbetur; vel calore in vaporem ſolvitur. At caudex involucro ſuo diutius incluſus latet, & ad tenuiores, atque mitiores ſuccos recipiendos a natura deſtinatus eſt: adde eundem non poſſe erumpere, niſi cum folia ſeminalia paululum divaricantur, ac terram removent; tunc autem circa ipſum viſcido adhuc ſucco imbutum humor ingreſſu prohibitus colligitur, ſurſumque premit. Adjuvant fortaſſe etiam aeris bullæ pinguibus certatim adhærescentes.

273.

273. Sed jam ulteriora plantarum incrementa luſtremus. Radices in terram defixæ humorem permiſtum corpuſculis terreis, ſalinis, ſulfureis, atque etiam metallicis cortice ſuo ſpongiæ textum referente excipiunt, ac ad fibras ſugentes transmittunt, per quas in caudicem, ramos, folia, flores, & fructus ſubinde attollitur ea vi, qua fluida aſſurgunt intra capillares tubos; qui motus adjuvatur etiam ab alterna trachearum fibris interjectarum contractione, & explicatione periſtaltica, quæ eſt genus quoddam reſpirationis: hinc promtior eſt plantarum accretio initio æſtatis, & autumni, ubi major ſolet eſſe atmosphæræ viciſſitudo. Conf. Monum. Acad. Paris. A. 1729. Eodem nonnihil conferunt etiam utriculi, quibus tanquam ſtagnis inſiſtunt capillares fiſtulæ in diverſis altitudinibus collocatæ. Succus eum in modum diſtributus locis omnibus ſecernitur, attenuatur, plantæque incrementum adfert. Vere quolibet liber a cortice ſeparatur, lignoque accreſcens novum fibrarum circulum conſtituit, ut adeo facilis capi conjectura poſſit de ætate arborum, ſi truncus earum ſectione horizontali amputetur. Circuli hi in quercubus maxime conſpicui, & plerumque excentrici ſunt, largiores nempe, atque denſiores ex ea parte, ex qua plures, aut vividiores adſunt radices, quemadmodum plurimis inſtitutis experi-

mentis compererunt Du Hamelius, & Buffon, quorum conatus legi poſſunt in Monum. Acad. Paris. A. 1737.

Scholion. Succo hauriendo omnes fere plantæ partes deſtinatæ sunt. Ac de foliis quidem nulla poteſt eſſe dubitatio; his enim ex aere alimentum capi omnes atteſtantur observationes: certe decerptis foliis plantæ complures elanguescunt: immerſis in aquam foliis vigorem consequuntur. Idem in caudice, & radice obtinet. Vetuſtæ, ac exesæ salices, & populi viriditate sua pro cortice argumentum suppeditant; ramus abſciſſus diutius viret intra aquam relicto, quam detracto cortice. Conf. Hales. Stat. Veget. ubi etiam pulcherrima occurrunt experimenta, quibus indagatur vis, qua plantæ succum, & aerem attrahunt. Leewenhoekius teneram arborem ſic invertit, ut vertex depreſſus, ac terræ infoſſus in radicem abiret; contra radix eruta, atque in sublime elata in veros ramos degeneraret. In plantis, quæ vitro, lapidi, aut metallo radicibus suis adhærescunt, neque ſtructura reperitur eadem, neque eſt veriſimile succum aliunde, quam e foliis & caudice trahi: quare duplex radicum eſt genus: aliis planta duntaxat affigitur ad natale solum; aliis præterea nutritur.

Suc-

Succi nutritii circuitio.

274. Succum intra plantas in ſublime elatum iterum refluere, atque adeo circulare admodum probabile eſt. Nam 1) radices teneræ non videntur poſſe ali crudo illo, atque indigeſto ſucco, quem ipsæ de terra hauriunt, niſi facta per tortuoſos fibrarum anfractus circuitione ante excoquatur. 2) Mariottus plantam evulſit radicitus, partemque radicum dimidiam in aquam inſeruit, altera dimidia in libero aere relicta, & tamen hanc etiam vigere, ac germen protrudere animadvertit: unde ſapienter concluſit, ſuccum in demerſa parte ſublatum peracto circuitu ad alteram continenter affluisſe. 3) In Monum. Acad. Paris. A. 1709 refertur oliva, e cujus cortice annulus duos digitos latus direptus fuit, quæque eo anno duplo plura folia protulit, non alia procul dubio cauſſa, quam quod copioſus ſuccus in ſuperiore arboris parte coarctatus fuerit. 4) Ruiſchius in foliis duplex deprehendit canalium genus, arteriis nempe, & venis ſimillimum, quorum vaſorum ope ſanguis circulat in animantibus. Si reſectus tiliæ ramus imponatur infuſioni phytolaccæ rubenti, tum diverſis in locis oblique amputetur, ſectionesque microſcopio luſtrentur, conſpicientur circuli concentrici alternis rubei, & albi, rubei nimirum erunt ii, quos formant fibræ ſuccum illum rubeum in altum evehentes; albi autem ii,

quos canales succum deorſum ferentes conſtituunt.

Scholion. Haleſius omnem hanc ſucci nutritii circuitionem in eo ſolum reponebat, quod certa quædam ſit porportio inter humores exspiratione avolantes, & inter eos, qui e terra, & aere denuo ingrediuntur. Verum experimenta, quæ adfert in mediun, plus omnino efficiunt. Si tres, inquit, arbores propinquæ in eadem recta linea ſtantes deligantur, ac mediæ rami extremis inſerantur; tum inſitione probe jam coaleſcente arbor illa media eradicetur, pendeatque ita, ut nullum e terra capere alimentum poſſit: vigebit nihilominus ſucco a duabus reliquis mutuato; atqui hoc ipsum ſatis perſpicue oſtendit humoris intra plantam elati deſcenſum. Sed innumeris ea circuitio comprobari poteſt experimentis. Extrema radicum complurium amputavit Du Hamelius, viditque novos ſupra ſectionem generari ſurculos, utique de ſucco ex arbore verſus ea loca defluente. Idem in plurimis truncis excidit e cortice annulum, ac vulnus impoſitum cera obduxit; in caſtaneis autem ſilveſtribus tenerioribus corticem valide conſtrinxit: ac ſemper deprehendit ſupra ejuſmodi plagam, aut vinculum tumorem quemdam enaſcentem, quod experimentum fecit etiam in radice fortiſſime circumligata. Ramum præterea arboris cujuſpiam alteri vicinæ inſevit, truncoque

que reſciſſo vigentem deprehendit. Rem omnem evidenter conficit ſequens experimentum. Pomus paradiſiaca eſt ſpecies pomorum, ut vocant, pigmæarum, seu minutarum arborum ubertate maxima fructus generantium. Si huic pomus alterius generis inſeratur, ea quoque pygmæa erit. Plerumque autem in loco inſitionis ſtruma quædam naſcitur, quæ, ſi terra obruatur, radices promittit inſitionis naturam referentes, ita ut radicibus pomi paradiſiacæ ſenſim exareſcentibus, truncoque diffluente inſitio radices agat e tumore illo progenitas, ac arbor in altum comas efferat. Si igitur conſtet radices has e ſtruma prognatas non eſſe membra pomi paradiſiacæ, ſed inſitionis, perſpicuum erit tumorem illum non e pomo paradiſiaca, ſed e ſucco defluente inſitionis fuiſſe ortum: atqui hoc quidem manifeſtum eſt; ſunt enim eæ radices vividæ, duræ, ligneæ; cum ex adverſo radices pomi paradiſiacæ ſint breves, teneræ, fragiles, ſucco exuberantes. Præterea ramus ex eadem ſtruma procreatus nunquam pomi paradiſiacæ, ſed inſitionis indolem ſemper exhibet. Denique ſi tumor hic detracto cortice in aqua ebulliat, colore ſuo luculente prodit, totum ſe ad inſitionem pertinere. Quare cum inſitio tota ſupra eam ſtrumam emineat, nec uſpiam proprias habeat radices, neceſſe eſt, ſuccum per truncum pomi paradiſiacæ ſublatum refluere. Conf. Monum. Acad. Paris. A. 1774.

1744. Succum hunc non ſua gravitate ſed alia ex cauſſa deſcendere inde evidenter patet, quod etiam in ramo ita inflexo, ut ſitum trunco ſuo parallelum obtineat, ea ſucci curcuitio perinde obſervetur.

Plantarum inſitio.

175. Plantarum fructus multis modis emendari, atque etiam multiplicari ſolent, inter quos vel præcipuus eſt inſitio, cujus vis hunc in modum concipi, atque intelligi poterit. Secretiones in plantarum fibris æque fieri, atque in glandulis animalium nemo inficiabitur, eoque mitiores effici fructus, quo eæ ſecretiones fuerint perfectiores: atqui inſitione illæ quidem non parum perficiuntur. Cum enim planta inſerenda baſi adplicatur, complures utrinque fiunt inciſiones, atque hinc in loco conjunctionis plurimi naſcuntur fibrarum flexus, & tortuoſitates: certe Du Hamelius in pleriſque inſitionum juncturis reperit materiam glandulis animalium ſimillimam, ſuccoque ſecernendo peridoneam. Conf. Monum. Acad. Paris. A. 1728, 1730.

Scholion. Non unum eſt genus inſitionum. Interdum reſecta arbor ſurculos recipit, dum virgæ minori oblique ſectæ ſurculus paris craſſitudinis eadem obliquitate cæſus adplicatur. Sæpe arbor ad medullam uſque terebra perforatur, ramumque immiſſum ſinu ſuo recipit. Non-

Nonnunquam in resecti rami fiſſuram surculus peregrinus inseritur. Dignus eſt Virgilius, cujus aurei versus hac de ipsa re audiantur:

Nec modus inserere, atque oculos imponere ſimplex.
Nam qua se medio trudunt de cortice gemmæ,
Et tenues rumpunt tunicas, anguſtus in ipso
Fit nodo ſinus; huc aliena ex arbore germen
Includunt, udoque docent inoleſcere libro.
Aut rurſum enodes trunci reſecantur, & alte
Finditur in ſolidum cuneis via: deinde feraces
Plantæ immittuntur: nec longum tempus, & ingens
Exiit ad cœlum ramis felicibus arbor,
Miraturque novas frondes, & non ſua poma.

Georg. 2.

Multiplicatio.

276. Ad plantarum incrementa facit etiam seminum præparatio, putatio, & cultura soli. Semina varie macerata promtius, & uberius crescere compertum eſt: vulgo macerantur aqua, in qua nitrum diſſolutum eſt. Putatione succus intra truncum coercetur, ac in fructus, & frondes lætiores abit. Soli cultura pro varia terrarum indole diversa, sæpeque contraria eſt. Conf. § 249.

Scholion. Mirabilem fæcundandi frumenti rationem adfert Vallemontius, experientia sua non semel confirmatam. 1) Conterantur, inquit, oſſa animalium, cornua, ungulæ, pennæ, pelles, ciborum reliquiæ, chirothecæ usu detritæ, calcei, & quæcunque alia salibus referta corpora. Seorſim aſſerventur quæ mol-

lia,

lia, quæ dura, quæque inter hæc media sunt. Adfundatur ſingulis aqua pluvia, aut ea deficiente fluviatilis, & quinto die a mollibus, nono a duris, septimo a mediis ſeparetur, ac aſſervetur. 2) Plantæ omnis generis cum floribus, & ſeminibus exurantur, ac evaporatione ſalia de cineribus educantur. 3) Singulæ ſalis petræ libræ ſingulis jugeribus deſtinatæ ſolvantur in duodecim sextariis ejusmodi aquæ, qualis in areis patentibus confluere ſolet, eique ſolutioni paululum ſalis de plantis extracti admisceatur. 4) Aquæ hujus ſextarii duodecim, & totidem ejus, quæ n. 1 præparata fuit, permisceantur, ſemenque jugeri uni deſtinatum lente immittatur, ut nempe corrupta, & in ſumma aqua innatantia grana eximi queant: debet autem aqua ultra ſemen ad duos circiter digitos eminere; hinc adfundi poterit nova de area collecta. Binis quibusvis horis verſanda ſunt grana, & poſtquam probe intumuerunt, eximenda, paulloque poſt terræ committenda. Præparatione hac efficitur, ut tertia duntaxat frumenti pars adhibenda ſit ad conſuetam agrorum fertilitatem obtinendam. Eandem curam ingenti emolumento adhiberi arboribus, aliisque plantis expertus eſt idem Vallemontius.

Exſpiratio:

277. Aſſidua plantarum exſpiratio a quovis facile conceditur. Haleſius calido,

do, & ſicco die reperit in solsequio decrementum 1 libr. 14. unc. ſimulque advertit rore exſpirationem omnem impediri. Ex hoc autem ipso eruit celeritatem ſucci per radices aſcendentis fuiſſe ad celeritatem, qua idem per folia exhalabatur fere ut 5: 2. Univerſe major eſt exſpiratio, fortiorque nutritii ſucci attractio in plantis, quæ foliis conveſtitæ ſunt, quam in his, quæ iisdem carent.

Morbi.

278. Habent ad extremum plantæ ſuos quoque morbos, qui plurimis e fontibus oriuntur. Et quidem 1) e defectu exſpirationis: tunc enim ſucci ſtagnantes putreſcunt, ſaliaque alias in auras itura cortici, foliis, & floribus haud ſine detrimento copioſe adhæreſcunt. 2) Ex inæquabili humorum diſtributione, aut ſucci malignitate, ſi nempe probe digeſtus non ſit, ſed crudus maneat, viſcidus, plenus ſalibus erodentibus; aut ſi urina, vel calce abundet. 3) E parcitate, vel exuberantia ſucci, qua fiat, ut tracheæ ipſæ oppleantur, atque utriculi violente diſtendantur. Unde ad tuendam arborum ſanitatem ſæpe adhibetur phlebotomia. 4) Denique e morſu animalium, aut vulnere quovis extrinſecus oblato: quo etiam pertinet uredo, cum ſubitum gelu, aut pruina fibras, ac utriculos rumpit: rubigo, cum acri humore frumentorum calami eroduntur: gut-

guttæ aqueæ, queæ plantis inſidentes radios solares more vitrorum urentium colligunt, maculasque nigras iisdem inurunt.

Claſſes.

279. Regnum omne vegetabile in certa genera, & claſſes tribuunt botanici. Quicunque ſyſtema quoddam naturale plantarum conſtituerunt, characteres earum generales a sola fructificatione omnes desumserunt: ac hos inter alii classes composuerunt a pericarpio, semine, aut ejus receptaculo: alii a corolla petalosa: alii a calice: alii denique a sexu, seu numero, proportione, & ſitu ſtaminum cum piſtillis, quos inter longe celeberrimus eſt hodie Carolus Linnæus Upsaliæ regius archiater, cujus botanica opera hic apud nos recusa evolvere poterit, qui hoc ſtudiorum genere delectatur.

FINIS.

IN-

INDEX CAPITUM.

SECTIO I.

De Luce, Colore, & Igne,

Pag.

CAP. I. *De Propagatione, Subtilitate, ac Raritate luminis.* 3

CAP. II. *De Reflexione, & Refractione luminis.* 21

CAP. III. *De phænomenis pertinentibus ad vices facilioris reflexionis, & transmiſſionis.* 47

CAP. IV. *De aliis phænomenis eodem pertinentibus.* 62

CAP. V. *De natura luminis.* 71

CAP. VI. *Explicatur Emiſſio, & Propagatio luminis.* 85

CAP. VII. *Explicatur Reflexio, & Refractio luminis.* 95

CAP. VIII. *Explicatur ſtaminum Varietas, & radiorum Diffractio.* 104

CAP. IX. *Explicantur vices facilioris reflexionis, & transmiſſionis.* 109

CAP. X. *De Pelluciditate, & Opacitate corporum.* 117

CAP. XI. *De nativis corporum Coloribus.* 122

CAP. XII. *De Iride, & Halone.* 137

CAP. XIII. *De iis, quæ ad Opticam pertinent.* 146

CAP.

Pag.
CAP. XIV. *De iis, quæ ad Catoptricam pertinent.* 175
CAP. XV. *De iis, quæ ad Dioptricam pertinent.* 194
CAP. XVI. *De præcipuis Ignis proprietatibus.* 201
CAP. XVII. *De Natura Ignis.* 230
CAP. XVIII. *De Calore, & Frigore.* 240
CAP. XIX. *De Theoria Electricitatis.* 243
CAP. XX. *De phænomenis Electricitatis in atmosphæra terreſtri.* 281

SECTIO II.

De Statica fluidorum generatim.

CAP. I. *De phænomenis, quæ a preſſione fluidorum vaſis incluſorum oriuntur.* 293
CAP. II. *De phænomenis Tuborum Capillarium, variisque Phyſicorum opinionibus.* 304
CAP. III. *De Theoria tuborum Capillarium.* 315
CAP. IV. *De Fluidis e vaſe erumpentibus.* 342
CAP. V. *De Undis in fluido excitatis.* 355
CAP. VI. *De ſolidis in fluido merſis.* 361

SECTIO III.

De iis, quæ ad Aquam, & Aerem pertinent.

Pag.

CAP. I. *De Aqua, ejusdemque Vapore.* 371
CAP. II. *De Nebula, Nube, Pluvia, & Rore.* 385
CAP. III *De Glacie, Nive, Grandine, & Pruina.* 395
CAP. IV. *De Aere, & Atmosphæra.* 406
CAP. V. *De Vento, & Sono.* 422

SE-

SECTIO IV.

De iis, quæ ad globum hunc terreſtrem pertinent.

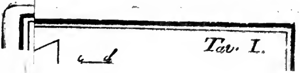
Pag.

CAP. I. *De globo terreſtri generatim*. 449
CAP. II. *De Terra, Sulfure, & Salibus.* 456
CAP. III. *De Lapidibus, & Metallis.* 465
CAP. IV. *De Plantis.* 479

A. M. D. G.

A01 14531F6

Tav. I.



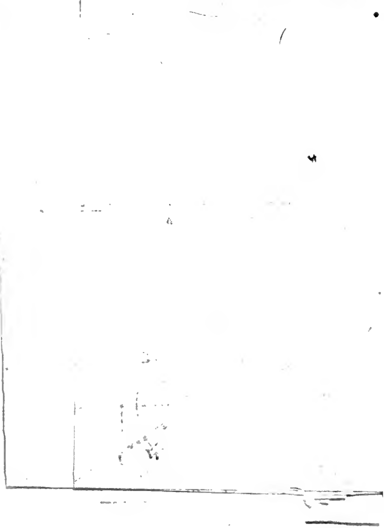
[illegible] Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

T. VI.



Digitized by Google

Tav. VIII



Google

Digitized by Google

by Google